Nr. 593

Gerber

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

No 78. b

Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Mainz.

Eisen-Construction nach PAULI'S System.

entworfen und ausgeführt von KLETT & Cie in Nürnberg.

New Railway Bridge over the Rhine near Mayence.

The Iron structure on Mr PAULI'S system.

designed and constructed by Mrs KLETT & Co in Nuremberg.

Die

Eisenbahnbrücke

über den

Rhein bei Mainz.

Notizen über die Eisenconstruction

nach

Pauli's System.

Mit einer Totalansicht der Brücke und 40 Tafeln Detailzeichnungen.

Als Manuscript gedruckt.

(Heinr. Gerber)

Mainz.

Commissionsverlag von Victor von Zabern.

1863.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Druck von Chr. Friedr. Will in Darmstadt.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Einleitung V

I. Situation und allgemeine Anlage 1
1. Lage im Allgemeinen. — 2. Höhen und Weiten. — 3. Pfeiler. — 4. Fundation. — 5. Rheincorrection. — 6. Oberbau. — 7. Baukosten.

II. Beschreibung des eisernen Oberbaues. 7
8. Zusammensetzung des Oberbaues. — 9. Balkenträger überhaupt. — 10. Ausfüllung der Balkenträger. — 11. Construction der Ausfüllung. — 12. Träger von gleichem Widerstande, Pauli'sche Träger. — 13. Beschreibung der Pauli'schen Träger bei der Rheinbrücke. — 14. Directe Unterstützung der Schienen. — 15. Details der Fluthöffnungen. — 16. Details der Hauptöffnungen. — 17. Gewichte und Spannungsintensitäten.

III. Notizen über Ausführung der Brücke 20
18. Uebernahme der Arbeiten. — 19. Fundation und Mauerwerk. — 20. Eiserner Oberbau, Werkstätten und Gang der Arbeiten. — 21. Arbeiten in den Werkstätten und Aufstellung der Fluthöffnungen. — 22. Aufstellung der Hauptöffnungen.

IV. Probelastungen 36
23. Art und Grösse der Belastungen. —

Seite

24. Aufbringen der Belastungen und Messen der Einbiegung. — 25. Belastung der kleinen Oeffnungen. — 26. Belastung der Hauptöffnungen. — 26. Proben mit bewegter Last; Wichtigkeit der starken Belastungen.

V. Uebersichtstabelle für Eisenbahnbrücken nach Pauli'schem System 48

Verzeichniss der Beilagen.

Ansicht der Rheinbrücke in Tondruck. Titel

Taf. I. Verticale Ansicht der IV. und V. Oeffnung (Maassstab $^1/_{200}$) . Seite 50

Taf. II. Horizontalprojection derselben „ 50

Taf. III. Querschnitt der Hauptöffnungen (M. $^1/_{100}$) . . . . . „ 16

Taf. IV. Details eines oberen Knotenpunktes (M. $^1/_{25}$) . . . . . „ 17

Taf. V. Details eines unteren Knotenpunktes (M. $^1/_{25}$) . . . . . „ 17

Taf. VI. Querschnitt der Fluthöffnungen (M. $^1/_{25}$) . . . . . „ 15

Taf. VII. Situationsplan der Werkstätten (M $^1/_{1000}$) . . . . . „ 25

Taf. VIII. Nivellement der Bahnlinie über den Rhein . . . . . „ 50

Taf. IX. Ansicht etc. des Gerüstes (M. $^1/_{200}$) . . . . . „ 50

Taf. X. Joch in III. und IV. Oeffnung (M. $^1/_{200}$) . . . . . „ 30

Tab. A. Uebersichtstabelle der Aufstellungsarbeiten . . . . . „ 35

Einleitung.

Das Pauli'sche Trägersystem hat durch die Ausführung der Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Mainz so entschiedene Anerkennung, sowohl wegen seiner theoretischen Begründung, als wegen seiner gefälligen Form erfahren, dass es von allgemeinem Interesse erscheinen musste, einige specielle Notizen über diese Brücke zu veröffentlichen. Während man früher einerseits die Vortheile des Pauli'schen Trägers für unbedeutend hielt und denselben mit älteren Bogenformen für identisch erklärte, andrerseits sogar die Ausführbarkeit bei den angewendeten Dimensionen bezweifelte, sind nunmehr, überall wo das Princip dieses Trägersystems richtig aufgefasst wurde, die Ansichten darüber einig, dass durch dasselbe ein bedeutender Fortschritt der Technik gewonnen sei.

Die erste Brücke, nach Pauli'schem System ausgeführt, ist die Eisenbahnbrücke über die Isar bei Heselohe auf der Bahnlinie München-Rosenheim. Diese Brücke wurde im Herbst 1857 eröffnet und hat sowohl die Detailirung als die Art der Präparirung der Eisen gegen die Einflüsse der Atmosphärilien sich vollkommen bewährt.

Das unterfertigte Etablissement, dessen technischer Director, Herr Ludwig Werder, besonderen Antheil an der Ausarbeilung der Constructionspläne für die Isarbrücke genommen hatte und unter dessen Leitung die Ausführung dieses

Bauwerkes geschehen war, hat sich bestrebt, durch sorgfältige Detailirung und Ausführung dem Pauli'schen Systeme möglichste Verbreitung zu verschaffen. Es hat bis jetzt die in den nachstehenden Tabellen verzeichneten Brücken ausgeführt und wurden die Berechnungen der Träger nach den von dem Erfinder des Systems aufgestellten Bestimmungen hergestellt.

Eisenbahnbrücken nach Pauli's System.

Nr.	Lage.	Lichtweite.	Zahl.	Totalweite.	Totalgewicht
		Meter		Meter	Tonnen
5	Isar, Heselohe, mit Trottoir . .	54,1	4	216,2	462,7
6	Desgl. . . .	28,2	4	112,9	156,4
7	Hammerbach, Rosenheim . . .	9,1	9	82,1	54,8
8	Desgl.	9,1	3	27,4	25,0
10	Mangfall, Rosenheim	18,1	6	108,6	123,4
11	Kaltenbach, Rosenheim . . .	11,7	6	70,0	53,7
12	Auerbach, Fischbach	7,6	4	30,4	19,5
31	Roth, Prien . .	9,1	1	9,1	6,1
32	Achen, Prien . .	7,6	1	7,6	4,9
33	Grossachen, Grabenstadt . . .	26,3	4	105,0	122,0
38	Rodach, Kronach	33,3	1	33,3	38,9
39	Strasse, Mainz, mit Trottoir . . .	16,7	1	16,7	15,5
40	Bahn, Mainz, mit Trottoir . . .	17,9	1	17,9	20,6
41	Rhein, Mainz, mit Trottoir . . .	15,0	4	60,0	60,8
42	Desgl.	15,0	16	240,0	210,9
43	Desgl.	25,0	2	50,0	49,6
44	Desgl.	33.5	6	201,0	245,7
45	Desgl.	101,3	4	405,2	1337,1
	Summa	—	77	1793,4	3107,6

Bemerk. Die Ziffern der Rubrik „Zahl" geben die Anzahl der eingeleisigen Oeffnungen.

Strassenbrücken nach Pauli's System.

Nr.	Lage.	Lichtweite.	Zahl.	Total-Weite.	Total-gewicht
		Meter		Meter	Tonnen.
15	Main, Schweinfurt	35,5	1	35,5	50,2
16	Desgl.	16,8	1	16,8	13,7
35	Regnitz, Bamberg	21,7	2	43,3	38,5
37	Rednitz, Fürth .	23,2	2	46,5	58,9
68	Waldnab, Neustadt	13,4	4	53,6	40,9
71	Donau, Deggendorf und Kelheim .	36,7	13	477,3	614,4
	Summa	—	23	673,0	816,6

Bemerk. Die letzten Brücken Nr. 71 werden im Laufe des Sommers aufgestellt.

Durch die Londoner Ausstellung von 1862 wurde für weitere Kreise Gelegenheit gegeben das Pauli'sche System in seiner bedeutendsten Anwendung kennen zu lernen, indem wir das Modell einer über 100 Meter weiten Oeffnung der Mainzer Brücke, im Maasstabe 1 : 10 sorgfältig hergestellt, dort ausstellten. Die Jury ertheilte dem Etablissement die Preismedaille „for boldness of design and successfull execution of the railway bridge across the Rhine at Mayence on Pauli's System."

Bekanntlich ist man nicht darüber einig, welche Spannungs-Intensität in den Eisenconstructionen angenommen werden müsse. Um die verschiedenen Projecte, welche durch das Etablissement hergestellt wurden, unter einem bestimmten Gesichtspunkt bearbeiten zu können und dadurch Vergleichungen zu ermöglichen, hat der Verfasser der nachfolgenden Notizen, Ingenieur Heinrich Gerber, welcher unsere Brückenbauanstalt zu Gustavsburg leitet, den Grundsatz aufgestellt, dass man als Maassstab der Tragfähigkeit einer Construction die von derselben zu tragende Verkehrslast zu nehmen habe, nicht, wie

gewöhnlich geschieht, die Summe aus dieser und dem so verschiedenen Eigengewicht. Stellt man als relative Tragfähigkeit einer Construction die Zahl fest, mit welcher die Verkehrslast multiplicirt werden muss, um sodann vereinigt mit dem permanenten Gewicht die Maximalspannung in der Construction auf die Elasticitätsgrenze zu bringen, so ergibt sich daraus sofort die Spannungs-Intensität für die, der Rechnung zu Grunde liegende, Verkehrslast. Man trägt dadurch zugleich dem Einflusse der Stösse der bewegten Last in der Art Rechnung, dass die Grösse der Stosswirkung mit der Weite der Brückenöffnung zunehmen muss, um gleiche Differenzen der Spannungs-Intensität hervorzurufen. Wir nehmen bei Constructionen aller Art für Eisenbahn- und Strassenbrücken immer dreifache relative Tragfähigkeit für die Elasticitätsgrenze von 1600 Kilogr per □Centm. und haben dadurch immer die günstigsten Resultate bei Proben erhalten.

Wir haben hier diese Bestimmung ausführlicher angedeutet, um die Aufmerksamkeit der Constructeure darauf zu leiten und eine Uebereinstimmung der Berechnungen zu erzielen.

Mögen nun die Notizen über die Rheinbrücke bei Mainz zur weiteren Aufklärung über das Pauli'sche Trägersystem beitragen und dadurch die Verbreitung desselben befördern.

Nürnberg, den 15. Mai 1863.

Klett & Comp.

I. Situation und allgemeine Anlage.

1. Die Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Mainz dient zur directen Verbindung der linksrheinischen Bahnstrecken der hessischen Ludwigsbahngesellschaft mit den Bahnen derselben nach Darmstadt und Frankfurt und bildet somit ein wichtiges Glied der grossen Verkehrsstrasse zwischen Paris und Wien.

Aus dem in Mainz, parallel dem von Süd-Ost nach Nord-West streichenden Rheinufer, gelegenen Bahnhof führt eine Bahnstrecke von der Mainz-Wormser Linie rechts ab stark steigend gegen das hohe linke Ufer und biegt sodann, in dieses einschneidend, in einer Kurve von kleinem Radius gegen den Strom, um zuerst die Strasse und Bahn nach Worms und dann horizontal in schiefer Richtung (gegen O. N. O.) den Rhein zu überschreiten. Es geschieht dies in einer Höhe, welche bei dem höchsten fahrbaren Wasserstand den Schiffen gestattet mit umgelegten Masten die Brücke zu passiren. Am rechten Ufer fällt die Bahn über einen langen Viaduct, der theilweise durch die Fluthverhältnisse des Rheins, theilweise durch fortificatorische Rücksichten nothwendig wurde, wieder auf die nur durch das Hochwasser bedingte Dammhöhe herab und vereinigt sich vor der Station Bischofsheim mit der von Gustavsburg nach Darmstadt führenden Bahnlinie. —

2. Durch die Bevollmächtigten der Rheinuferstaaten wurde nach denselben Grundsätzen, wie sie bei der Kölner Brücke in Anwendung kamen, die lichte Höhe der Brückenträger auf dem befahrenen Strome zu 13,85 Meter über dem Nullpunkt des Pegels zu Mainz festgesetzt, was mit Berücksichtigung des Stromgefälles von der Brücke bis zum Pegel eine Höhe von 14,10 Meter über der Horizontalebene durch den Nullpunkt des Mainzer Pegels ergiebt. Die Constructionsdicke von der Unterkante der Träger bis zur Fahrbahn ist 1,00 Meter, daher liegt die Schienenunterkante 15,10 Meter über dem Nullpunkt des Pegels. Um diese Höhe zu erreichen, musste vom Bahnhof in Mainz, resp. dem Uebergang über die Strasse ausserhalb desselben, eine Niveaudifferenz von 8,975 Meter in einer entwickelten Länge vou 728 Meter erstiegen werden, was für den letzten Theil (auf 408 Meter) eine Steigung von 12,5 per mille (‰) ergab. Am Ende dieser Steigung liegt der Uebergang über die Strasse und Bahn nach Worms und schliesst sich hier die Rheinbrücke mittelst eines befestigten Brückenkopfes an.

Die Bahnaxe in den Hauptöffnungen der Brücke ist eine gerade Linie und weicht von der Normalen zu den Correctionslinien des Rheins um 27° (alte Theilung) ab. Der Anschluss dieser Linie an die Bahnstrecke am linken Ufer wird durch eine 395,075 Meter lange Kurve von 360 Meter Radius, am rechten Ufer durch eine solche von 217,725 Meter Länge und 750 Meter Radius hergestellt, beide Kurven liegen in den Auffahrtsrampen.

Die vorgeschriebene Normalbreite des Rheins an der Brückenstelle (oberhalb der Mainmündung,) ist 360 Meter und wurde hierdurch, sowie durch die Maximalbreite der Flosse von 63 Meter mit

dem Spielraum von 26 Meter (analog der Kölner Brücke), eine Eintheilung der Stromüberbrückung in 4 Oeffnungen von je 90 Meter senkrechter Breite bedingt; in Verbindung mit der obigen Schiefe der Bahnrichtung ergiebt sich daraus eine Lichtweite der 4 Hauptöffnungen von 101,29 Meter (unter dem Hauptgesimse).

Unmittelbar nach dem Abschlusse dieser Oeffnungen fängt auf dem rechtseitigen Ufer das Gefälle von 14,53 per mille ($^{1}/_{74}$) an, mit welchem die Bahn auf 621,6 Meter Länge zur Höhe von 6,70 über Null des Pegels herab gelangt und wurde dieses starke Gefälle durch fortificatorische Rücksichten bedingt, welche wie bemerkt auch eine vollständige Ueberbrückung der Auffahrtsrampe verlangten. Es schliessen sich demnach an die 4 Hauptöffnungen 6 Fluthöffnungen von 33,50 Meter Weite bis zum Anfang der Kurve an, in dieser folgen 13 Oeffnungen von 15,0 Meter Weite, sodann vom Kurvenende ab 2 Oeffnungen von 25,0 Meter und 7 zu 15,0 Meter Weite. Die Gesammtlichtweite der Brücke ist sonach 956,56 Meter in 32 Oeffnungen. —

Die letzten 22 Oeffnungen (vom Kurvenanfange an) liegen nicht mehr parallel der Stromrichtung des Rheins, sondern normal zur Bahnaxe und wurde daher der zwischen der 10. (33,5 Meter weit) und 11. Oeffnung (15,0 weit) liegende Pfeiler Nr. 10 mit der westlichen Seite parallel den Strompfeilern und mit der anderen senkrecht zur Bahnaxe gestellt, so dass seine Grundform eine dreieckige ist*).

3. Die drei Hauptpfeiler im Strome haben oben eine Stärke von 4,25 Meter und verstärken

*) Die Notizen über allgemeine Anlage und Mauerwerk sind grösstentheils den Geschäftsberichten des Directors der hessischen Ludwigsbahn an den Verwaltungsrath von 1860 und 1861 entnommen.

sich nach unten mit einem Anlauf von $^1/_{30}$; der Pfeiler Nr. 4 erhielt eine grössere Stärke, nämlich 5,90 Meter, und trägt auf seinen Vorköpfen zwei Thürme zum architectonischen Abschluss der Stromüberbrückung (entsprechend den Festungsthürmen auf dem linkseitigen Widerlager). Die Pfeiler der nächsten Fluthöffnungen haben oben 2,35 Meter Stärke, der dreieckige Pfeiler (Nr. 10) in der Doppelbahnaxe gemessen 4,613 Meter; die Pfeiler 11 bis 25 : 1,75 und die letzten 6 : 1,25 Meter. Die ganze Länge der Brücke zwischen den Widerlagsmauern setzt sich sonach wie folgt zusammen:

4 Hauptöffnungen	à	101,290	: 405,160	Meter
3 Pfeiler	à	4,770	: 14,310	„
1 desgl.	à	6,622	: 6,622	„
6 Fluthöffnungen	à	33,500	: 201,000	„
5 Pfeiler	à	2,638	: 13.190	„
1 desgl.	à	4,613	: 4,613	„
13 Oeffnungen	à	15,000	: 195,000	„
2 desgl.	à	25,000	: 50,000	„
15 Pfeiler	à	1,750	: 26,250	„
7 Oeffnungen	à	15,000	: 105,000	„
6 Pfeiler	à	1,250	: 7,500	„
			Summa 1028,645	Meter

4. Die Fundation der Pfeiler im Wasser geschah auf Beton; das Mauerwerk ist aus Sandsteinquadern in hydraulischem Mörtel ausgeführt und bestehen die Vorsetzsteine bis + 7,50 Meter sowie die Decksteine aus sehr festen und zähen Sandsteinfindlingen. Das Mauerwerk der Strompfeiler ruht in einer Höhe von 1,50 Meter unter Null auf der 3,5 bis 3,8 Meter starken Betonschichte von 10 Meter Breite, welche durch eine 30 Ct. starke Pfahlwand eingefasst und mittelst eines sehr kräftigen Steinwurfes gesichert ist. Die Pfahlwand reicht im Mittel bis 10,5 Meter, die Betonsohle 5,0 bis 5,3 unter Null, daher liegt

schon diese ausserhalb dem Bereiche der Wirkung des Stromes auf die beweglichen Flussgeschiebe (bei regelmässigem Bette) und ruht mittelst einer mehr oder weniger starken Kiesschichte auf den Thon- und dünnen Kalksteinlagern des Tertiärbeckens von Mainz. —

Die Pfeiler der 6 Fluthöffnungen sind ebenfalls auf Beton fundirt und ist der Untergrund der 2,0 bis 2,5 Meter starken Betonschichte sehr fest gelagerter grober Kies; die übrigen Pfeiler stehen theilweise auf Beton, theilweise direct auf obiger Kiesschichte.

5. Da die Genehmigung der Regierung zum Bau nur unter der Bedingung erlangt wurde, dass der Rhein oberhalb der Brücke auf seine Normalbreite von 375 Meter beschränkt werde, musste ein Parallelbau von 1875 Meter Länge am rechten Ufer auf Mittelwasserhöhe angelegt werden (hiervon trug $^{4}/_{10}$ der Kosten der Staat). Ferner wurde durch die linksseitige Ufercorrection, welche unterhalb der Brücke fortgesetzt wurde, die starke Concave vor der Stadt zum grossen Vortheil der regelmässigen Flusstiefe abgeschnitten und zwischen dem sich an den Brückenkopf anschliessenden Correctionsdamme und dem linksseitigen Ufer ein Sicherheitshafen gebildet; zugleich stellte man unterhalb desselben durch Erweiterung des Rheinufers auf die Correctionslinie den nöthigen Raum zur Vergrösserung des Bahnhofs auf die billigste Weise her.

6. Der Oberbau der Brücke wurde wegen der grossen Weite der Strom- und Fluthöffnungen sowie aus fortificatorischen und finanziellen Rücksichten, aus Eisen construirt und zwar als schmiedeiserne Balkenträger (die keinen Schub auf die Auflager ausüben) nach dem Systeme des kgl. bayr. Oberbaudirectors Herrn von Pauli. Die beiden Geleise der Brücke werden

durch vollständig von einander getrennte Constructionen getragen und befinden sich nach Ausführung des 2. Geleises ausserhalb der Bahn auf beiden Seiten Trottoire.

7. Die approximativen Baukosten setzen sich aus folgenden Theilen zusammen:

A. Eigentliche Brücke:

a. Erbauung der 4 Pfeiler im Strom	fl.	580000
b. Erbauung des linksseitigen Brükkenkopfes	„	180000
c. Erbauung der 27 Fluthpfeiler und des rechtseitigen Widerlagers	„	240000
d. Herstellung des eisernen Oberbaues für Doppelbahn . .	„	1,460000
e. Geleise und Belege für Doppelbahn	„	125000
zusammen A:	fl.	2,585000
=	Thlr.	1,477000

B. Nebenwerke und allgemeine Kosten:

a. Auffahrt am linken Ufer und rechtseitiger Bahndamm &c.	fl.	150000
b. Correction des Rheins . . .	„	80000
c. Festungsbauten und Beitrag zum Sicherheitshafen	„	450000
d. Bauführung, Entschädigung der Schiffer und Verzinsung des Baucapitals	„	370000
Sa. B.	fl.	1,050000
Sa. A.	„	2,585000

Totalsumme

der Baukosten für zwei Geleise und zwei Trottoire: . . fl. 3,635000

oder: Thlr. 2,077000

Vergleicht man diese Summe mit den Kosten ähnlicher Bauwerke, so stellen sich so entschiedene Differenzen zu Gunsten der Mainzer Brücke heraus, dass den Ingenieuren der hessischen Ludwigsbahn, durch welche dieses Resultat zugleich mit der grössten Solidität des Baues er-

zielt wurde, die vollste Anerkennung sowohl von dem Techniker als von dem Volkswirthe werden muss, da billige Brückenbauten die Herstellung von neuen Verkehrswegen ermöglichen und daher erheblich zur Erhöhung des Nationalwohlstandes beitragen.

II. Beschreibung des eisernen Oberbaues.

8. Der eiserne Oberbau besteht, wie überhaupt jede eiserne Brückenconstruction, aus den die ganze Oeffnung überspannenden Hauptträgern (Tragrippen) und den die Belastung unmittelbar aufnehmenden und auf jene Hauptträger übertragenden Constructionstheilen, welche zusammen die Fahrbahntafel bilden. Jedes Geleise wird von zwei Tragrippen unterstützt, die in gewissen Entfernungen ausserhalb des Geleisemittels liegen und auf welche an einzelnen regelmässig vertheilten Puncten mittelst kleiner aus Häng- und Sprengwerken gebildeten Träger (Quer- und Längenträger), welche der Fahrbahntafel angehören, die Wirkung der Belastung übertragen wird. —

9. Die Tragrippen sind sämmtlich als Balkenträger construirt, d. h. sie können keinen Schub auf die Pfeiler ausüben, sondern nur vertikalen Druck. Dies wird durch eine solche Anordnung der Masse des Materials erreicht, welche nach der ganzen Länge des Trägers in jedem Vertikalquerschnitte die durch die Wirkung der Last hervorgerufenen inneren Spannungen sich so bilden lässt, dass die horizontalen Theile derselben in gleicher Grösse nach entgegengesetzten Richtungen, also als Zug und Druck, auftreten, folglich ihrer Grösse nach in jedem Vertikalschnitt sich aufheben, und an den Enden weder

ziehend, wie bei den Kettenbrücken, noch drückend, wie bei Gewölben, sich äussern. Es muss im Querschnitt sowohl den ziehenden als den pressenden Kräften eine von der Elasticität des Materials abhängige hinreichend grosse Fläche geboten sein, damit bei der Wirkung der Belastung, in Folge deren eine Bewegung des Trägers und als Rückwirkung der Elasticität desselben obige Spannungen in ihm auftreten, diese Spannungen nicht so gross werden, dass sie die Cohäsion des Materials nach der einen Richtung (für Zug oder Druck) zerstören und nun entweder schiebend oder ziehend auf die Enden wirken; bei ungenügender Befestigung würden diese nachgeben und ein Durchbrechen des Trägers erfolgen.

10. Es lässt sich wohl leicht einsehen, dass die genannten horizontalen Spannungen umsomehr an Grösse abnehmen, je höher der Querschnitt des Balkens ist und wird man daher das Material in diesem möglichst weit nach oben und unten legen, um eine grössere Widerstandsfähigkeit zu erhalten; man hat alsdann dafür zu sorgen, dass die Verbindung der dadurch entstehenden Gurtungen mit einander auf eine Weise geschieht, welche die, ausser den horizontalen Spannungen im Querschnitt immer auftretenden, vertikalen Kräfte verhindert eine nachtheilige Gestaltsveränderung hervorzubringen (zusammengesetzte Balkenträger). Diese Ausfüllung zwischen den Gurtungen geschieht auf verschiedene Art, nämlich durch Blech, Gitterwerk und sogenanntem Fachwerk. Erstere vermittelt die Uebertragung der Kräfte auf die beiden Gurtungen continuirlich, die letzteren beiden an einzelnen Puncten, indem von bestimmten Stellen der einen Gurtung in gewisser Weise widerstandsfähige Stäbe auf die der anderen Gurtung

laufen. Diese Stäbe gehen entweder einfach oder mehrfach durch den Ausfüllungsraum und kreuzen sich im letzteren Falle. Der Unterschied zwischen Gitter- und Fachwerk besteht nun darin, dass bei diesem die sich kreuzenden Ausfüllungsstäbe unverbunden an einander vorbeigehen, während sie bei jenem an den Kreuzungspunkten fest mit einander verbunden sind, so dass eine Bewegung eines einzelnen Stabes ohne Biegung sämmtlicher ihn kreuzenden Stäbe nicht möglich ist.

11. Bei Constructionen jeder Art gilt als allgemein anerkannter und durch Praxis wie Theorie bestätigter Grundsatz, dass die den wirkenden Kräften entgegenzusetzenden Constructionstheile immer möglichst so anzuordnen sind, dass sie nicht durch eine seitliche Kraft gebogen, sondern nur ihrer Länge nach angegriffen, also gedrückt oder gezogen werden können. Dieser Grundsatz muss sorgfältig bei den gewöhnlich grosse Kräfte übertragenden Brückenträgern im Auge behalten werden, da jede Abweichung von ihm bedeutenden Materialaufwand zur Folge hat. Man wird daher die Anordnung der Ausfüllungsstäbe so treffen, dass sie mit den zugehörigen Gurtungstheilen Dreiecke bilden und dass nur an den Endpuncten derselben spannende Kräfte auftreten können, also auch nur an diesen Puncten (den Knotenpuncten des Trägers) äussere Kräfte aufgenommen werden. —

Ist der zusammengesetzte Träger in allen Theilen nach obigem Grundsatze construirt, so ergeben sich aus den allgemeinen Gleichgewichtsgleichungen der Mechanik leicht für jede Form des Trägers die in jedem Theile desselben unter bestimmter Belastung wirkenden Kräfte (Spannungen) mit vollster Genauigkeit und kann man

daher diesen Spannungen entsprechend die Dimensionen der Theile anordnen ohne wegen Unsicherheit der Rechnung das Geringste zugeben zu müssen. Diess ist bei dem richtig construirten Fachwerksträger der Fall. Unmöglich ist jedoch eine gleich genaue Bestimmung für Gitter- und Blechträger. Abgesehen davon, dass erstere überhaupt mehr Material verlangen, weil wie in voriger Nr. bemerkt die Stäbe auf Biegung angegriffen werden, stösst eine vollständige Bestimmung der an jedem einzelnen Knotenpuncte wirkenden Kräfte, eben wegen der Biegung, auf ungemeine Schwierigkeiten und begnügt man sich daher mit Näherungsrechnungen, deren Resultate man um ein durch die Erfahrung bestimmtes Maass vergrössert um genügende Tragfähigkeit zu erhalten. Es kann natürlich eine solche Construction auf den Namen einer wissenschaftlich richtigen keinen Anspruch machen. Schon aus volkswirthschaftlichen Rücksichten folgt das Bestreben der Constructeure immer mehr und mehr die Praxis durch die Fortschritte der technischen Wissenschaften zu vervollkommnen und werden daher in neuerer Zeit, wo es darauf ankommt, wohlfeile nnd sichere Trägerconstructionen herzustellen, Fachwerksträger angewendet. —

12. Die Aufgabe eine Construction mit geringsten Materialaufwande auszuführen, wird, im Falle die Hauptform bereits gegeben ist, dadurch erfüllt, dass man die Querschnitte der Constructionstheile genau entsprechend den in diesen wirkenden Kräften wählt, d. h. die Maximalspannung per Flächeneinheit des Qnerschnittes (kurz mit Spannungsintensität bezeichnet) in der ganzen Construction möglichst gleich macht. (Träger von gleichem Widerstande). Da nun im Allgemeinen die Kräfte in verschiedenen Vertikalschnitten des Trägers verschieden gross sind,

so hat man auch die Querschnitte entsprechend zu verändern und erhält in den das meiste Material enthaltenden Gurtungen im Allgemeinen allmählig sich verändernde Querschnitte. Die practische Ausführung solcher Gurtungen stösst jedoch auf grosse Schwierigkeiten und muss man sich mit einer absatzweisen Veränderung der Querschnitte begnügen, wodurch man nicht unbedeutende Materialmassen in die Construction bekommt, die getragen werden müssen ohne selbst mitzutragen. Es musste daher nach einer Form des Trägers gestrebt werden, die in den Gurtungen nach der ganzen Länge gleiche Kräfte ergibt und daher auch gleiche Querschnitte der Gurtungen nach der ganzen Länge des Trägers bedingt. Dieses Princip eines Balkenträgers von gleichem Widerstande hat unzweifelhaft zuerst Herr von Pauli aufgestellt und hieraus die Form desselben entwickelt; es gebührt mithin dieser Form der Name Pauli'sches Trägersystem, unbeschadet der Rechte, welche die Namen Laves und Brunnel auf gebogene Balkenbrücken überhaupt haben, da die Bogenform des Pauli'schen Trägers sich erst mittelbar aus obigem Principe ergab. *)

---

*) Laves sagt im „Mémoire explicatif d'un nouveau système en constructions inventé par M. L. Laves. Havre, Lemale." ausdrücklich (pag. 5), dass er dem gedrückten Gliede darum eine convexe Form gebe, damit dasselbe bei grosser zufälliger Belastung in Folge seiner eigenen elastischen Zusammendrückung und der elastischen Ausdehnung der Kette nicht in oder unter die wagrechte Linie komme, in welchem Falle diese Stütze dem von beiden Enden her wirkenden wagrechten Drucke keinen Widerstand mehr leisten könne. Ueber die Gestalt der Bögen äussert sich Laves gar nicht, sondern verweist einfach auf Skizzen (croquis). An anderen Orten wird dem Laves'schen Balken die Kettenlinie für die Form der gekrümmten

13. Nach dieser Form des Pauli'schen Systems sind die Träger der Eisenbahnbrücke bei Mainz construirt und sie bestehen daher, jede Oeffnung unabhängig von der anderen, aus einem oberen Bogen, der gegen Druck, einem unteren Bogen, der gegen Zug Widerstand zu leisten hat, und der Ausfüllung zwischen den beiden Gurtungsbögen mit den Verbindungsstücken dieser letzteren an den Auflagern (den Bogenschuhen). Die Ausfüllung ist die möglichst einfache aus vertikalen Pfosten und Diagonalbändern zwischen diesen. Nur bei diesen Pfosten findet eine Uebertragung der Last durch die Theile der Fahrbahntafel auf die Tragrippen statt und werden die einzelnen Constructionstheile nie von Kräften angegriffen, die auf Biegung wirken; sämmtliche innere Spannungen fallen in die Richtung der widerstehenden Theile und wirken daher nur ziehend oder drückend*). Zugleich ist die Anord-

---

Gurtung gegeben. Diesselbe Form nahm auch Brunel an.

In einem Balken von gleichem Widerstande nach Pauli'schem Systeme müssen die beiden Gurtungen nach oben und unten symetrische durch die Belastung genau bestimmte Linien bilden und kennzeichnet sonach eben diese bestimmte Form den Pauli'schen Träger. Die Wichtigkeit dieser speciellen Form geht aber daraus hervor, dass für das hier grösstentheils angewendete Verhältniss der Trägerhöhe zur Weite von 1 : 7 die Spannung für gleichförmige Belastung bei der Parabelförmigen Gurtung an den Enden des Trägers 15,2% grösser als in der Mitte ist. Bei constantem Querschnitte dieser Gurtung beträgt dann das Mehrgewicht der beiden Gurtungen gegen die des Paulischen Trägers 9,4% des Gesammt.Gewichtes derselben (soviel als sämmtliche Diagonalen in diesen letzteren Trägern wiegen).

*) Das ist streng genommen nur bei mathematisch genau ausgeführten Trägern richtig, da hiezu erforderlich ist, dass alle Constructionstheile an den Knoten-

nung der Ausfüllung so getroffen, dass dieselben Theile auch immer nach derselben Richtung zu widerstehen haben, so dass nie ein Wechseln von Zug und Druck, welches auf das Gefüge des Eisens nachtheilig einwirkt, in den Constructionstheilen vorkommen kann. Es werden nämlich die Pfosten zwischen den Gurtungen nur gepresst, da die Diagonalen aus dünnen Bändern bestehen, welche durchaus keine Widerstandsfähigkeit gegen Druck besitzen. In jedem Viereck sind zwei solcher Diagonalbänder enthalten und muss deshalb bei irgend welcher auf Verschiebung des Viereckes wirkender Kraft sofort eines dieser Bänder auf Zug angespannt werden, während das andere keinen Widerstand leistet, sondern bei eintretender Verschiebung sich seitlich ausbiegt. Die Gurtungen werden, wie bei jedem nur eine Oeffnung überdeckenden Balkenträger, nie wechselnd gespannt. —

Der ganze Oberbau einer Oeffnung ruht an jedem Ende der Tragrippen mittelst einer ebenen Platte auf einer querliegenden Cylinderfläche von grossem Radius (aus Eisen oder Stahl je nach der Grösse des Druckes), so dass der Träger sich biegen kann, ohne einen einseitigen starken Druck auf die Stützflächen hervorzubringen. Eine Längen- oder Querverschiebung dieser Stützplatten gegen einander wird durch, auf beiden Seiten befindliche, Vorsprünge, die wie Zähne in einander greifen, verhindert. Die unteren Stützplatten sind auf Stühle befestigt, von denen der eine fest steht, während der andere auf Stelzen oder Wal-

---

puncten sich ohne Reibung drehen können. Sind jedoch die einzelnen zusammenstossenden Theile im Vergleiche zu ihrer Länge zwischen den Knotenpuncten nicht hoch, so wird die Biegung und die dadurch entstehende Spannung sehr gering und hat für die Praxis keine Bedeutung.

zen beweglich ist, daher eine Längenveränderung des Trägers bei Temperaturwechsel gestattet.

14. Die Schienen liegen auf Holzquerschwellen von 15 Cent. Stärke und diese sind direct unter den Schienen durch kleine, parallel der Bahn laufende, Blechträger unterstützt, welche wiederum von Querträgern, aus Fachwerk bestehend, getragen werden. Diese Querträger sind grösstentheils direct mit den vertikalen Pfosten der Tragrippen verbunden und übermitteln daher die Belastung auf diese.

Bei der angegebenen Anordnung der Fahrbahn dienen die Holzschwellen nur als elastisches Zwischenmittel, da man als Princip festhielt die Solidität des Geleises nicht von der nach längerer Zeit unsicheren relativen Tragkraft des Holzes abhängig zu machen.

15. Für die Construction des eisernen Oberbaues war Bedingung, dass die Constructionsdicke (Höhe zwischen den untersten Theilen der Träger und Schienenunterfläche) in den vier Hauptöffnungen nicht mehr als 1,000 Met. betrage, während dieselbe bei den übrigen Oeffnungen nur durch die Hochwasserlinie beschränkt wurde, über der 0,20 Met. frei bleiben sollten, so dass die Construction nicht unter + 6,20 Met. reichen durfte. Es ergaben sich aus dieser Bedingung, sowie aus den sehr verschiedenen Weiten der Oeffnungen vier verschiedene Constructionen für die Fluthöffnungen, welche jedoch in der Form der Tragrippen, sowie darin übereinstimmten, dass man diese so nahe als möglich an das Geleise legte, um sowohl an Pfeilermauerwerk, als an Eisenmaterial für die Fahrbahntafel zu sparen. Es reichen daher die Obertheile der Rippen bis unter die offenen Schläge der Personenwagen und erhielten hier als Maximalhöhe 0,76 Met. über Schienenoberfläche und 3,30 Met.

VI.

IX.

S. 15.

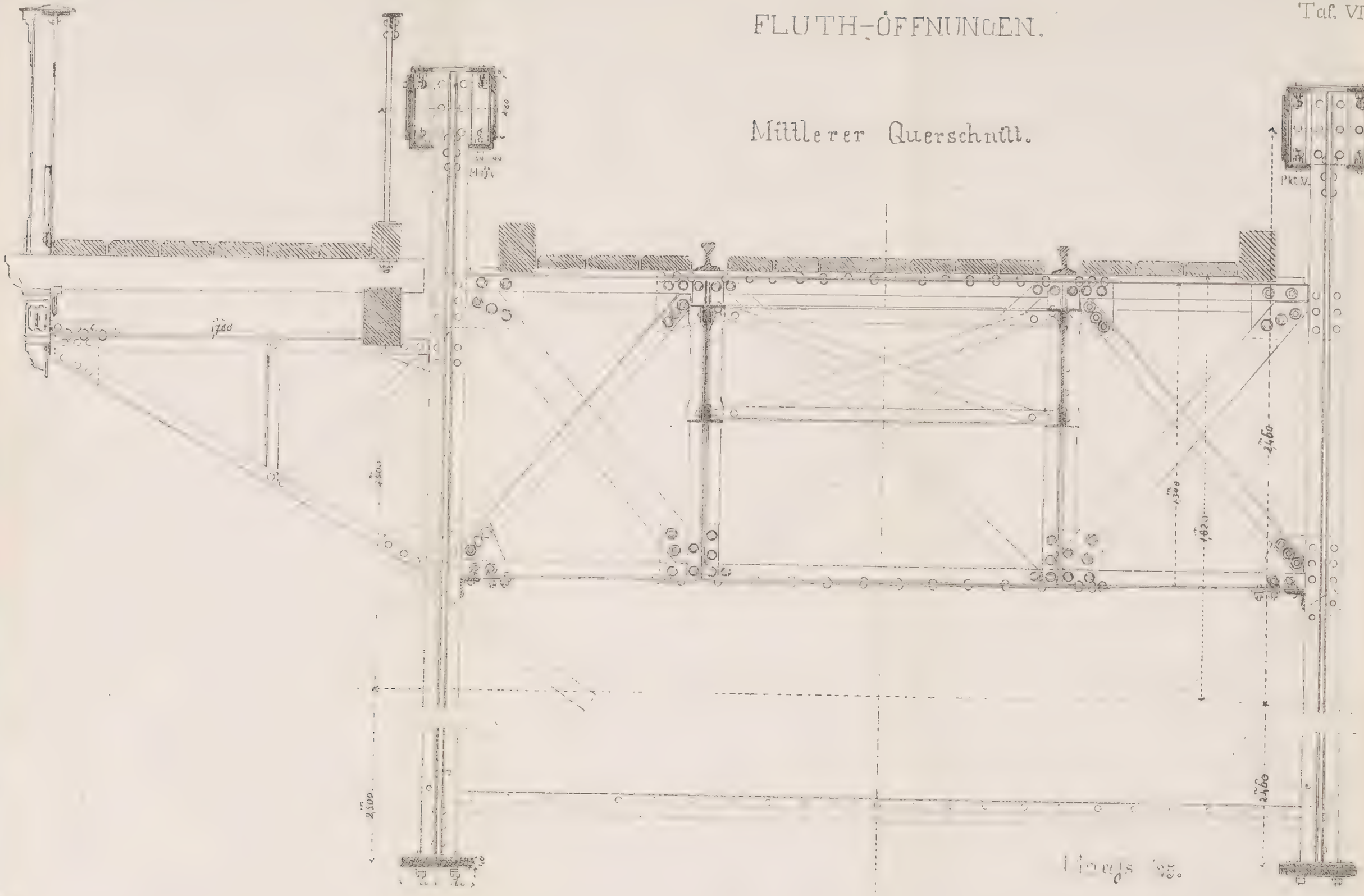
EISENBAHN-BRÜCKE über den RHEIN bei MAINZ.

STÜTZWEITE 35,500.

Taf. VI.

FLUTH-ÖFFNUNGEN.

Mittlerer Querschnitt.



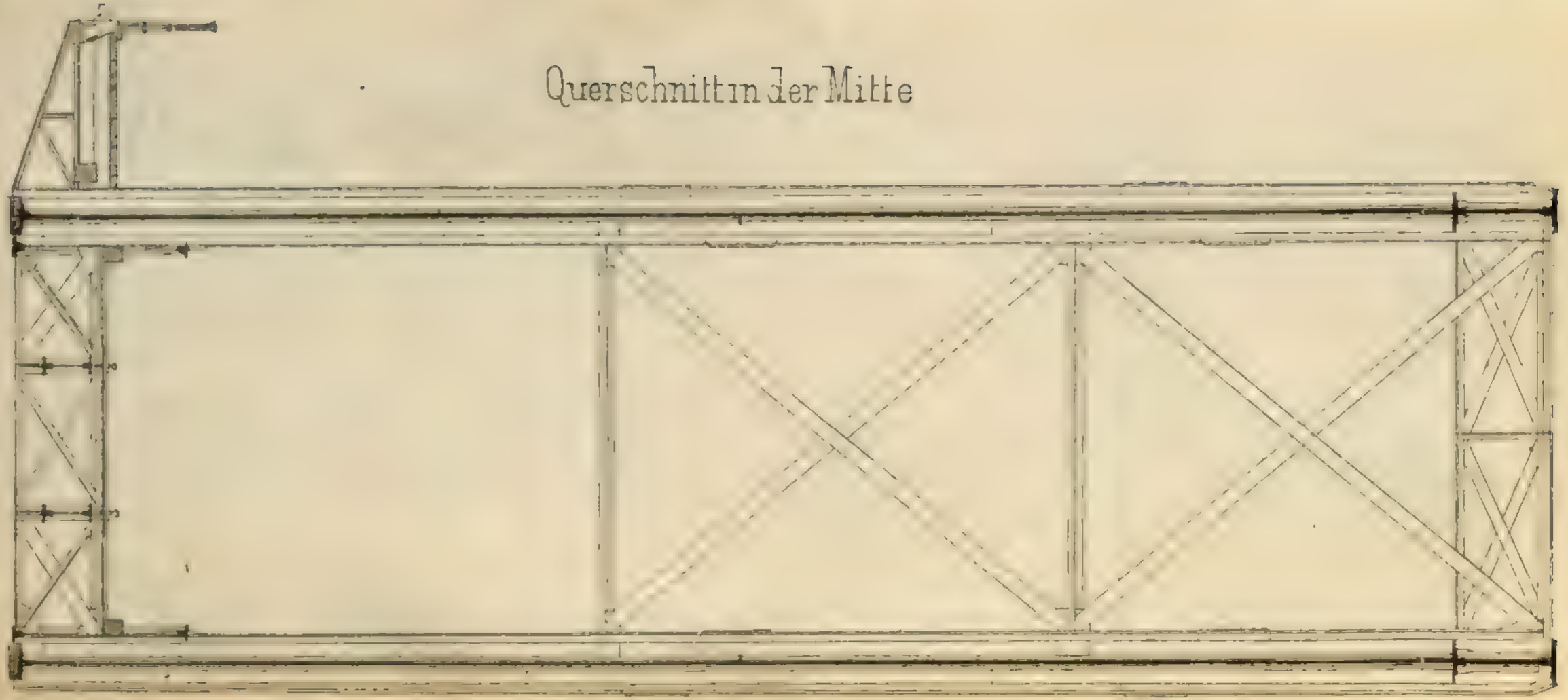
geringste lichte Breite (entsprechend dem Profile des lichten Raumes, welches 1857 von der Versammlung deutscher Eisenbahntechniker festgesetzt wurde). Die Entfernung der zwei Tragrippen, von Mitte zu Mitte gemessen, beträgt demnach in jeder der 28 Fluthöffnungen 3,700 M. — Die Höhe der Tragrippen musste sowohl wegen der Weite, als der disponiblen Constructionsdicke verschieden werden und beträgt in den 4 letzten Oeffnungen am rechten Ufer (von Mainz aus gezählt die 28. bis 32. Oeffnung) bei 15,000 Met. Lichtweite die geometrische Höhe der Träger, (von Schwerpunct zu Schwerpunct der Gurtungsquerschnitte) in der Mitte der Weite 1,600 Met., bei den nächsten 3 Oeffnungen mit ebenfalls 15,0 M. Lichtweite und 15,80 M. Stützweite (von Mittel zu Mittel der Stützplatten) dieselbe Höhe 2,300 M., bei den folgenden 2 Oeffnungen (23. und 24.) von 25,00 M. Lichtweite und 26,00 M. Stützweite 3,000 M., sodann in den nächsten 13 Oeffnungen (in der Kurve) mit 15,800 M. Stützweite wie oben 2,300 M. und ist endlich in den grössten, schiefen Fluthöffnungen von 33,500 M. Lichtweite bei 35,00 M. Stützweite die geometrische Höhe 5,000 M. Die Abstände der Vertikalpfosten in den Trägern sind 2,200 M. bis 4,040 M. Die Querschnitte der Spann- und Druckbögen sind in allen diesen Oeffnungen von ähnlicher Form und besteht der Spannbogen aus aufeinanderliegenden Flacheisen, der Druckbogen aus 4 Winkeleisen, die durch Seitenbleche mit einander verbunden sind, so dass ein kastenförmiges Profil entsteht. Taf. VI. gibt diese Querschnitte für die 35,00 M. weiten Fluthöffnungen und stellt zugleich die Verbindung der Fahrbahntafel mit den Tragrippen dar. —

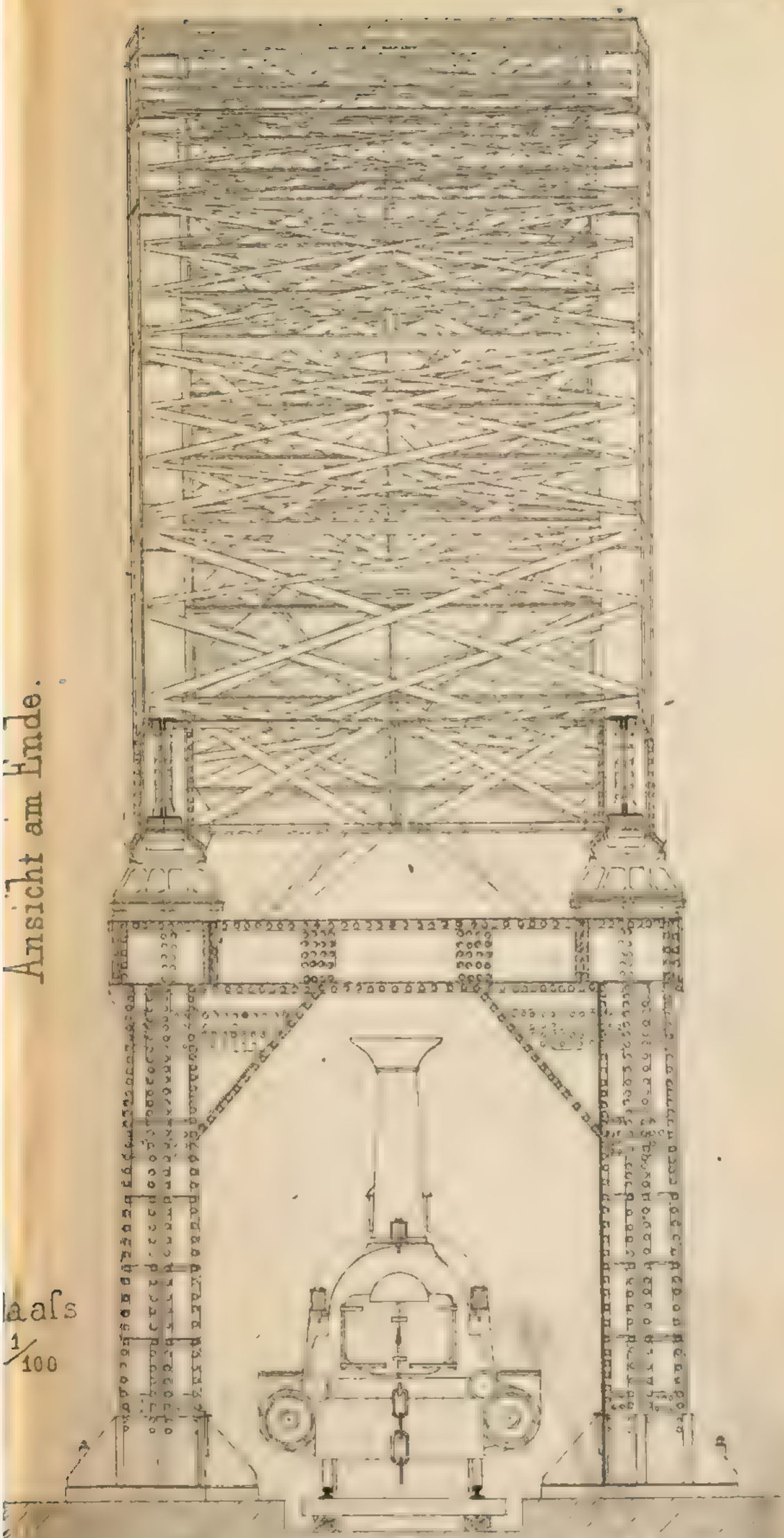
16. Details der Hauptöffnungen. Die Eisenconstruction der grossen Oeffnungen von

101,29 M. Lichtweitte wurde so projectirt, dass die Tragrippen nicht gegen einander verschoben sind, sondern ihre Auflager auf den schiefen Pfeilern rechtwinklich zur Bahnaxe stehen. Daraus ergab sich eine Stützweite von 105,200 M. für die Tragrippen; die geometrische Höhe von 15,000 M. in der Mitte derselben machte es möglich die Auflager so hoch zu legen, dass unter den thorförmigen schmiedeeisernen Pfeileraufsätzen hinreichend Raum für die Durchfahrt der Bahnzüge blieb. Man konnte dadurch eine sehr vollständige Querversteifung der Tragrippen längs den oberen Gürtungen, von einem Auflager zum andern durchlaufend, anbringen und erhielt somit den Druckbogen als eine seitlich steife Cylinderfläche, die an den vier Ecken befestigt ist.

Die beiden Träger liegen von Mitte zu Mitte 4,600 M. auseinander und lassen zwischen sich einen lichten Raum von 4,00 M. Breite, der oberhalb der für den Bahnzug nöthigen Höhe zur Querverspannung der Pfosten benützt wurde (Tafel III.). In den Tragrippen liegen die Pfosten 8,000 M. auseinander und wurden an diese unten an jeder Seite durchlaufende Träger befestigt, die hauptsächlich zum Zwecke haben zwischen den an den Hauptpfosten der Tragrippen hängenden Querträgern einen weiteren Querträger zu tragen, so dass die Schienenträger nur eine freie Länge von 4,000 M. statt von 8,000 M. erhielten. Es war vortheilhafter besondere hohe Längenträger für den Zwischenquerträger zu beiden Seiten des Geleises anzuordnen, als die Schienenträger 8,00 M. lang zu machen, da diese wegen der geringen disponiblen Höhe sehr schwer geworden wären und längs den Tragrippen eine steife Gurtung für die unter den Längenträgern durchgehende kräftige Horizontalverspannung nothwendig war. Diese Verspannung stützt sich an den Pfeilern auf die Stühle der Endlängenträger.

Querschnitt in der Mitte

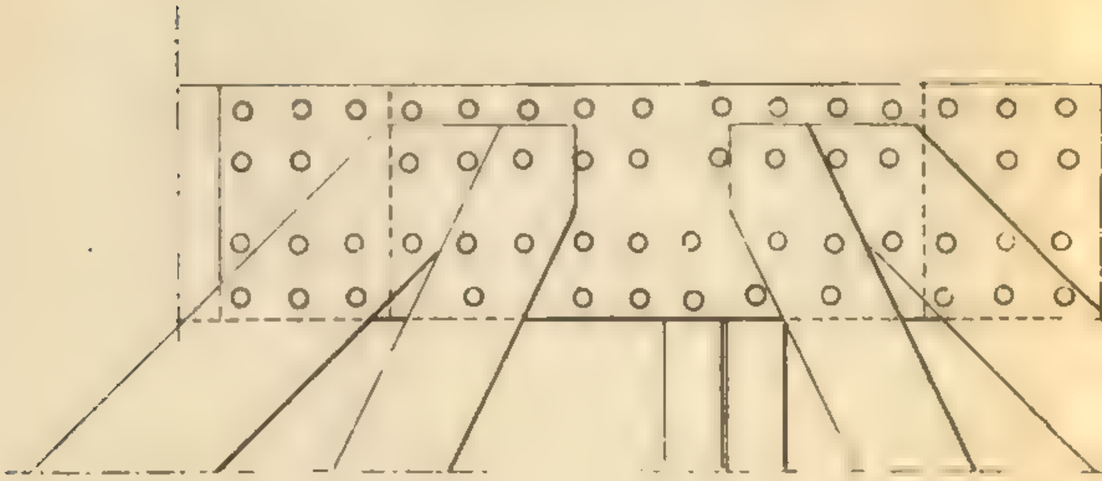


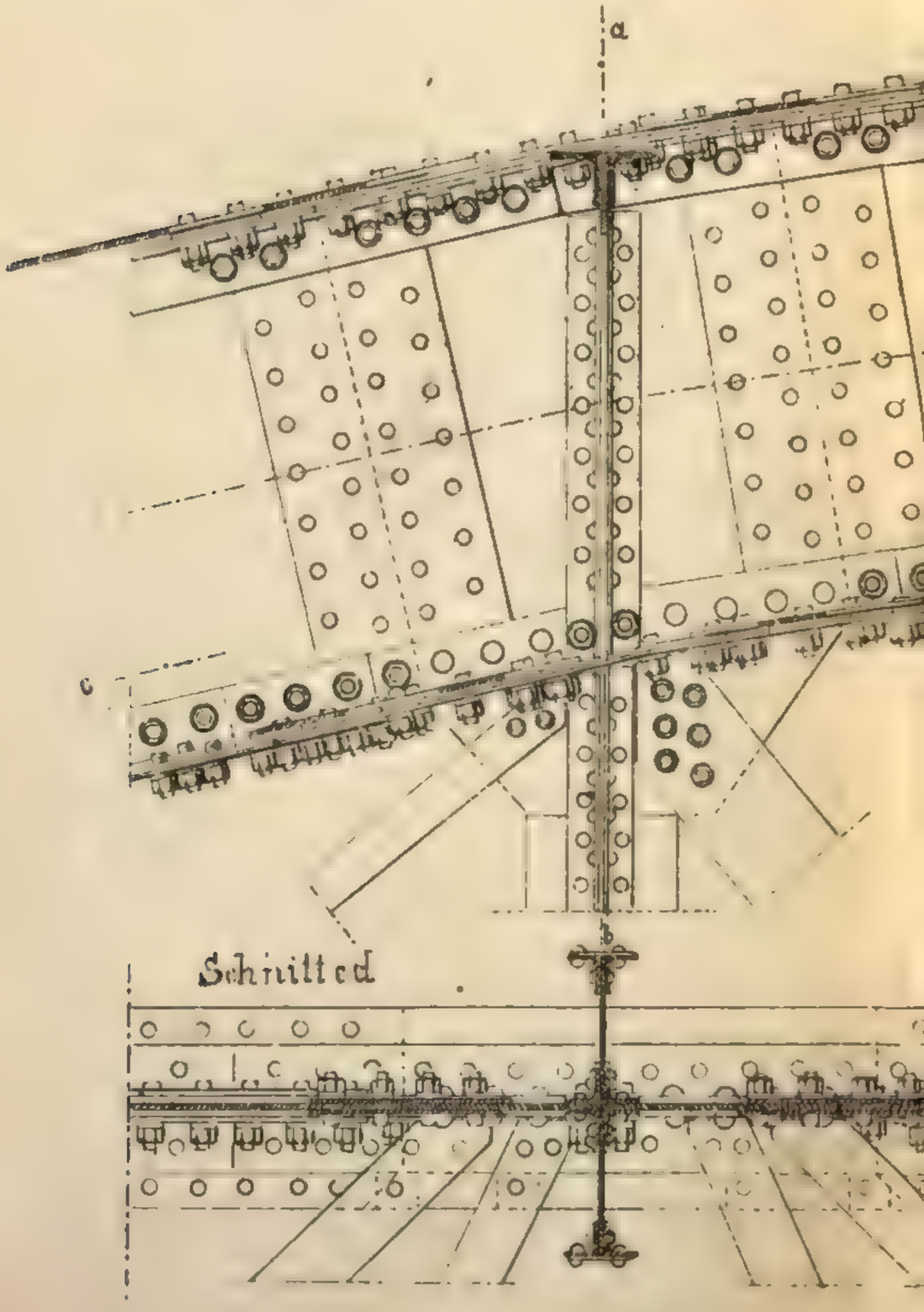


Ansicht am Ende.

laafs
1/100

DETAIL des DRUCKBOGENS.

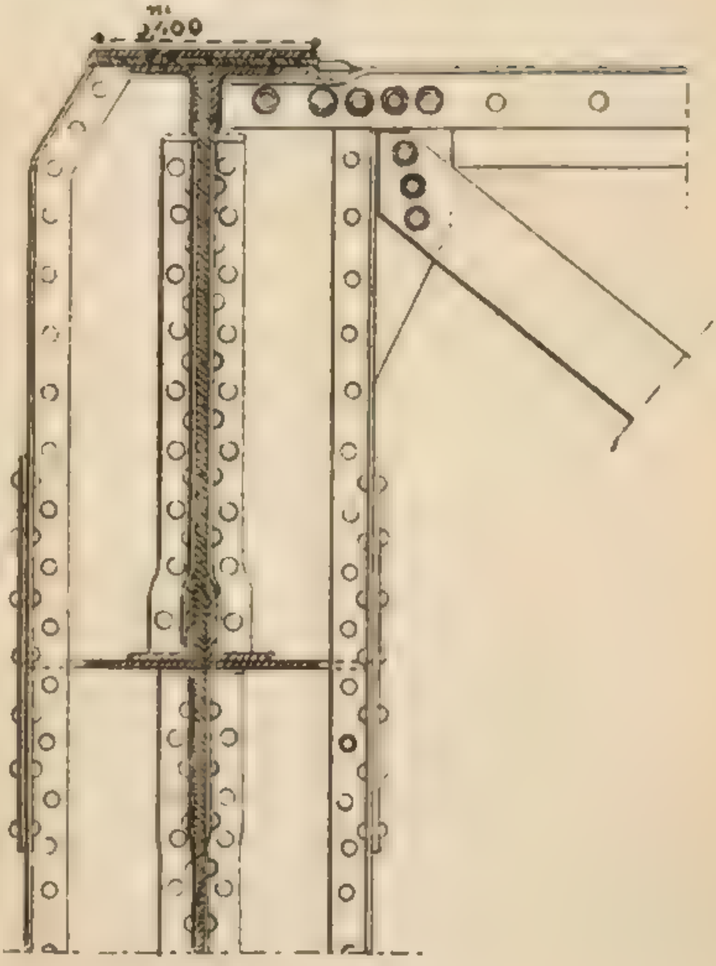


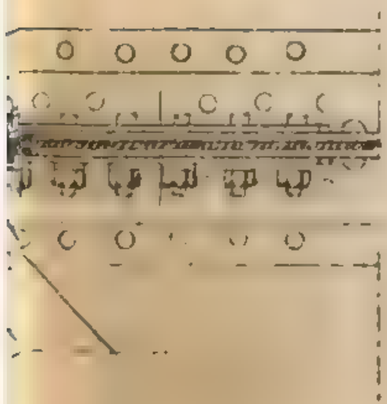


KNOTENPUNKT II.

Taf. IV.

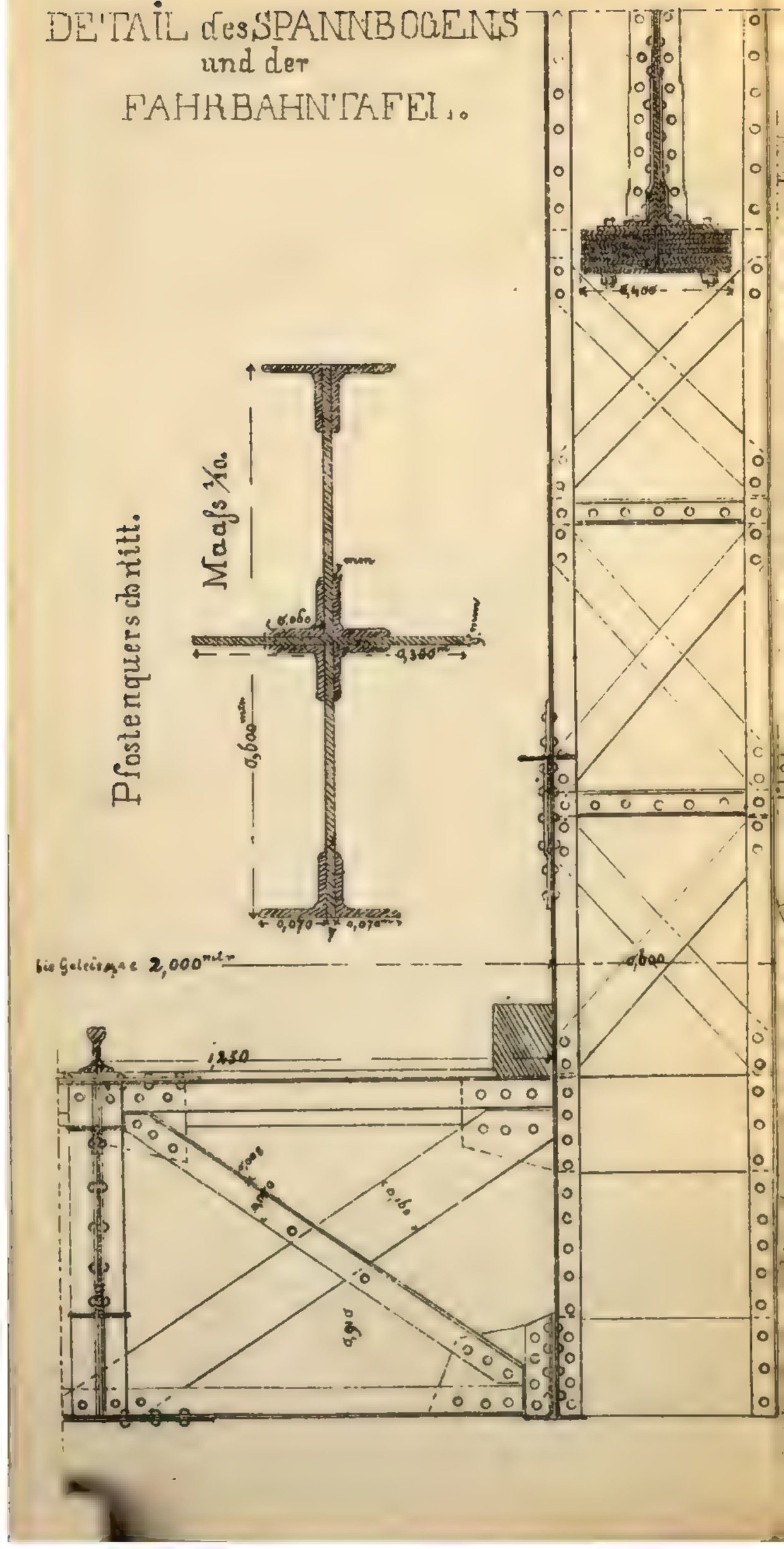
Schnitt ab.



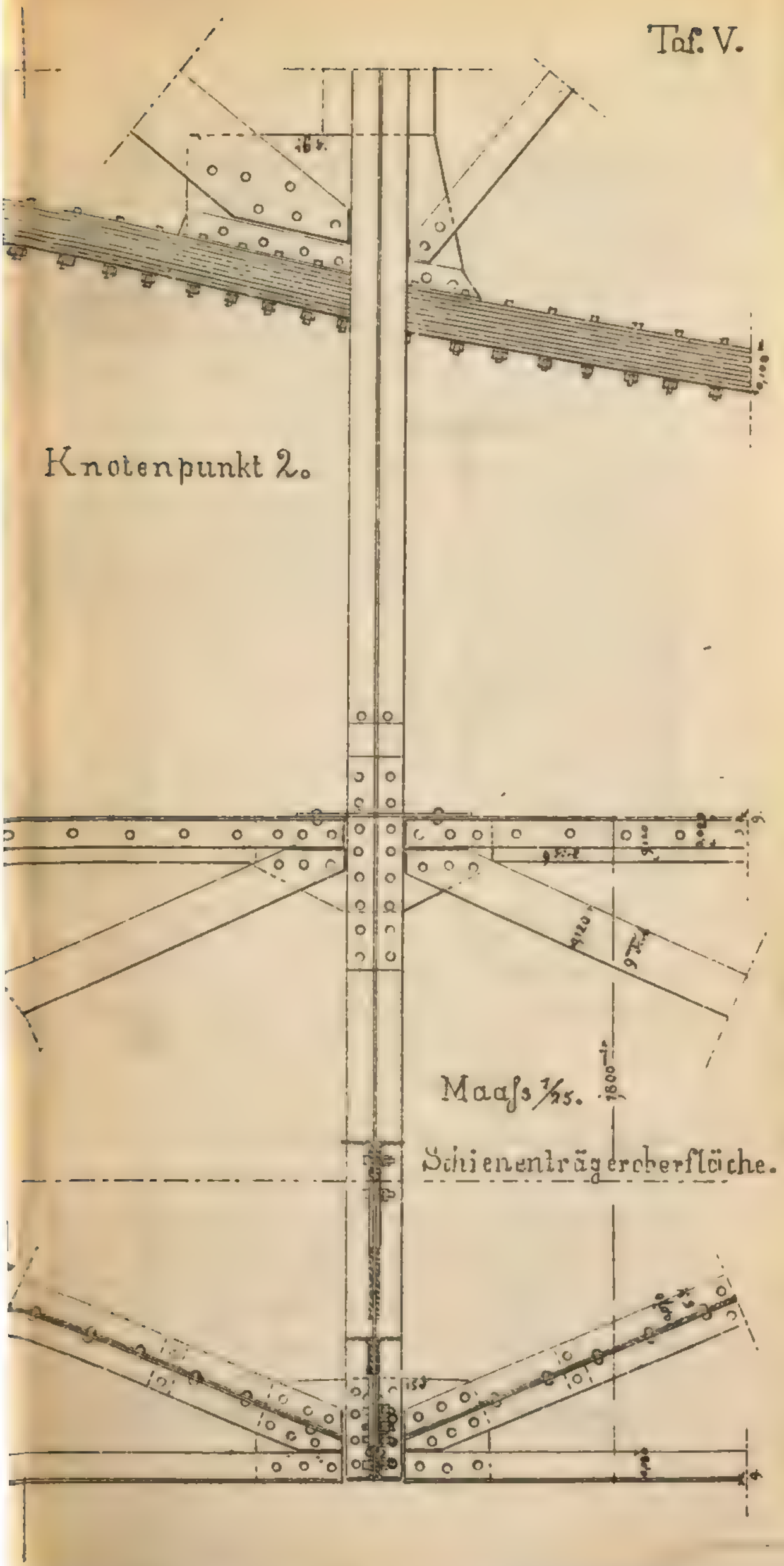


Maafs 1/25.

DETAIL des SPANNBOGENS und der FAHRBAHNTAFEL.



Taf. V.



Der Spannbogen jeder Tragrippe besteht aus 9 auf einander und je 2 nebeneinander liegenden Flacheisen von 200 Mm. Breite und 12 Mm. Stärke (Taf. V.). Es wurde vorgezogen schmale Flacheisen gegen breitere Bleche zu nehmen, da jene grössere Zuverlässigkeit hinsichtlich ihrer Wirkung gegen Zug nach der Länge bieten und der Mehraufwand an Material für das Loch in dem einen Flacheisenband durch die Mehrkosten der Bleche gegen Flacheisen überhaupt ausgeglichen wird. Die Verbindung der Flacheisen mit einander geschieht durch konisch gedrehte Bolzen (wie überhaupt alle wichtigeren Stossverbindungen), die in konisch ausgeriebene Löcher scharf passend eingetrieben wurden.

Der Druckbogen einer Rippe wurde aus Blech und Winkeleisen in doppelt T förmigen Querschnitt von 1,000 M. Höhe gebildet (Taf. IV.), so dass jedes Stück dieses Bogens zwischen den Pfosten in vertikaler Richtung vollkommen steif ist. Nach der Seite sind, wie oben bemerkt, die Druckbögen der beiden Rippen mit einander durch zwei Diagonalsysteme, auf der obern und untern Flansche des T verbunden und geben dadurch einen seitlichen Träger, der bedeutend grössere Steifigkeit hat als die von Brunnel angewandte Röhre. Die Tafel IV. und V. lassen die wichtigeren Details der Tragrippen, sowie der Fahrbahntafel erkennen.

Bei Anordnung dieser Details musste ausser der Hauptbedingung gleicher Festigkeit aller Theile hauptsächlich auf die Möglichkeit einfacher und rascher Aufstellung derselben gesehen werden. Man construirte daher so, dass eine Anzahl für sich bestehender Trägertheile entstand, die einzeln transportirt werden und nach ihrer Zusammensetzung theilweise als Gerüst für die weiteren Arbeiten dienen konnten; dabei geschahen

die Verbindungen immer durch Bolzen, wodurch eine sehr rasche Herstellung derselben möglich war. Ferner musste durch geeignete Detailirung dafür gesorgt sein, dass während der Aufstellung durch Temperaturwechsel und Ungleichheiten der Wärme in verschiedenen Theilen der Construction, diese nicht nachtheilige Spannungen und Formveränderungen erhielt.

17. Nachstehende Tabelle gibt die Gewichte der Eisenconstruction für einfaches Geleise.

Oeffnungen.	Stützweite.	Höhe. Geom.	Gewicht in Kilgr. für eine Oeffnung. Schmiedeisen.	Gusseisen.	Summa in Tonnen.
1. Stromöffnungen.					
I. Tragrippen mit Verspannung und Auflager	105,2	15,0	268261	17888	
II. Fahrbahntafel			63519	312	
III. Consoln m. Geländer			7483	1826	
zusammen			**339248**	**20026**	
und für 4 Oeffnungen					1437,1
2. Fluthöffnungen.					
I. Tragrpp. etc.	35,0	5,0	25910	1082	
II. Fahrbahntafel			10757	160	
III. Consoln m. Geländer			2481	567	
zusammen			**39148**	**1806**	
und für 6 Oeffnungen					245,7
3. Viaducte.					
I. Tragrpp. etc.	15,8	2,3	6508	636	
II. Fahrbahntafel			4155	80	
III. Consoln m. Geländer			1453	347	
zusammen			**12116**	**1063**	
und für 16 Oeffnungen					210,9

Oeffnungen.	Stützweite.	Geom. Höhe	Gewicht in Kilogr. für eine Oeffnung. Schmiedeisen.	Gusseisen.	Summa in Tonnen.
4. Viaducte.					
I. Tragrippen.	26,0	3,0	14447	1082	
II. Fahrbahntafel			6455	80	
III. Consoln m. Geländer			2193	561	
zusammen			**23095**	**1723**	
für 2 Oeffnungen					49,6
5. Viaducte.					
I. Tragrippen.	15,8	1,6	8338	653	
II. Fahrbahntafel			4336	80	
III. Consoln m. Geländer			1440	354	
zusammen			**14114**	**1087**	
f. 4 Oeffnungen					60,8
Totalsumma					**2004,1**

Die Spannungsintensität in den Tragrippen der Oeffnungen ist verschieden und wurden die Dimensionen so gewählt, dass die 3fache variable Last mit dem permanenten Gewicht des Oberbaues jeder Oeffnung zusammengenommen die Spannung auf die Elasticitätsgrenze von 1600 Klgr. per □ Cmt. bringt. Es ergeben sich hieraus die Spannungsintensitäten für die Hauptöffnungen zu 800 Klgr., für die grossen Fluthöffnungen zu 650 und für die kleineren zu 600 Klgr. per □ Cmt. Wir gingen nämlich zur Bestimmung der Maximalspannung in der Construction von der Ansicht aus, dass man die Wirkung der Stösse der Verkehrslast in Betracht ziehen und die Grösse derselben mit der Weite der Brückenöffnung zunehmend voraussetzen müsse. Es wurde daher der Einfluss der Stösse als ein Vielfaches der Verkehrslast in Rechnung gestellt und die Spannungsintensität unter ruhender Belastung so bestimmt, dass die um obige Stosswirkung ver-

grösserte variable Last mit der permanenten die Spannung auf die Elasticitätsgrenze bringt. Das Verhältniss der Tragkraft für die Elasticitätsgrenze nach Abzug des Eigengewichtes (der Nettotragkraft) zu der einfachen Verkehrslast gibt offenbar einen richtigen Maassstab zur Beurtheilung der Sicherheit einer Construction und wurde daher diese Verhältnisszahl als relative Tragfähigkeit des Brückenträgers bei Berechnung der Dimensionen nach Voraussetzung einer bestimmten grössten Verkehrslast für alle Weiten constant angenommen. —

III. Notizen über Ausführung der Brücke.

18. Uebernahme der Arbeiten. Die Ausführung der Pfeilerbauten, sowie die Herstellung des eisernen Oberbaues wurden im Januar 1860 an Unternehmer vergeben, theils um feste Summen, theils auf Grund aufgestellter Preisverzeichnisse. Die Ausführung der Pfeiler, Festungsmauern, Stützmauern und Viaducte erhielt Bauunternehmer Herr Chr. Lothary in Mainz und zwar die der vier Strompfeiler sammt Fundation um feste Summen, die des linksseitigen Widerlagers, der Fluthpfeiler und Nebenwerke auf Grund eines festgestellten Preisverzeichnisses. Die Herstellung des eisernen Oberbaues wurde von den Herren Klett & Cie in Nürnberg um eine feste Summe übernommen und schlug bei der Vergebung der Verwaltungsrath der Bahngesellschaft den practischen Weg ein, dass er die Construction in ihren Details dem Uebernehmer überliess und nur die Tragfähigkeit derselben, sowie die Art der Prüfung vertrags-

mässig feststellte. Unter der Voraussetzung, dass die Pfeilerbauten rechtzeitig fertig würden, war der Vollendungstermin des eisernen Oberbaues auf 1. Dezember 1861 bestimmt.

19. Fundation und Mauerwerk. Mit den Bauarbeiten wurde im März 1860 begonnen und zuerst die Ausführung der Fluthpfeiler in Angriff genommen. Ein Theil des Werkplatzes zwischen der Brückenlinie und dem Main wurde mit Kies aufgefüllt, der mittelst Baggerung von der Barre an der Mainmündung genommen war. Zugleich wurde die Anlieferung des Steinmaterials so eifrig betrieben, dass in kurzer Zeit ein Quantum am Platze war, welches dem raschesten Fortgang der Mauerarbeiten genügte.

Aus der Höhenlage des Werkplatzes (die durch fortificatorische Rücksichten bedingt war) ergab sich als höchster zulässiger Wasserstand für die Arbeiten an den Fluthpfeilern 2,75 M. über Null des Gustavsburger Pegels (entsprechend 2,50 M. über Null des Mainzer Pegel). Der Wasserstand des Jahres 1860 war nun so entschieden ungünstig, dass nicht weniger als 8 Mal von Anfang März bis Ende Oktober obiger Pegelstand überschritten wurde und dadurch eine öfters mehrere Wochen andauernde Ueberfluthung des Werkplatzes eintrat. Noch ungünstiger waren die Fluthverhältnisse für die Arbeiten im Strome. Aus langjährigen Pegelbetrachtungen war der mittlere Hochwasserstand, der gewöhnlich nur auf kurze Zeit überschritten wurde, zu 1,75 M am Gustavsburger Pegel gefunden worden und waren auf diese Höhe mit einer Zugabe von 0,50 M., die Einrichtungen für die Fundation projectirt und hergestellt. Von Ende März bis Ende Oktober kam der Wasserstand jedoch nur Ende April und Anfang Mai auf 12 Tage und im Juli auf 20 Tage (mit Unterbrechung) unter

2,25 M., so dass es zur Unmöglichkeit wurde mit den Arbeiten im Strome in gewünschter Beschleunigung vorwärts zu kommen.

Im Juli konnte mit den Arbeiten für den die Hauptbrücke abschliessenden Pfeiler Nr. IV. begonnen werden und waren die (vor dem Pfeiler zum Schutz der Arbeiten stehende) Schirmwand und die Rüstpfähle geschlagen, sowie die Baggerung für das Einschlagen der Spundwandpfähle fertig, als das Hochwasser im September die Schirmwand umriss und einen Theil der Rüstpfähle mitnahm. Hierdurch erlitten die Arbeiten bedeutende Verzögerung und konnte erst Anfang November mit dem Schlagen der Spundwand selbst begonnen werden.

Im Dezember wurde mit den Arbeiten am mittleren Strompfeiler (Nr. II.) der Anfang gemacht und ein Theil der Schirmwand geschlagen. Die Arbeiten an den ausser dem Strome liegenden 25 Fluthpfeilern und dem rechtsseitigen Widerlager schritten trotz des ungünstigen Wasserstandes so rasch fort, dass im Jahre 1860 sämmtliche fundirt und der grösste Theil fertig hergestellt wurde.

Für die beiden noch im Strome stehenden Fluthpfeiler V. und VI. wurde im Oktober mit der Baggerung begonnen und im November und Dezember die Spuntwände geschlagen. —

An dem linksseitigen Widerlager, welches ganz im Strom zu erbauen war, wurde Anfangs September mit den Rüstungen angefangen und war Ende December $^1/_3$ der Spundwand geschlagen. Die Stromcorrectionen wurden am linken Ufer zum Theil ausgeführt.

Im Januar 1861 mussten wegen Kälte, Treibeis und Gefahr durch Eisstopfungen ober- und unterhalb der Brücke die Arbeiten ausgesetzt und konnten nur am linksseitigen Widerlager

einige Spundpfähle gerammt werden. Mit dem fallenden Wasser und dem Eintritte günstiger Witterung wurden jedoch Anfang Februar die Arbeiten von Neuem mit grösster Energie ergriffen, Ende Februar Pfeiler III., 1. May Pfeiler I. angefangen und waren bis an diesem Tage sämmtliche Pfeiler von Nr. VIII. bis zum rechtsseitigen Widerlager vollständig fertig. Bei den Pfeilern V. und VI. wurde im April das Mauerwerk begonnen, nachdem Beton und Fangdämme im März fertig hergestellt worden.

Der Untergrund bei Pfeiler VI. stellte dem Fortgang der Rammarbeiten bedeutende Hemmnisse in den Weg. Es musste, um die Pfahlspitzen durch die den festgelagerten Kies durchsetzenden dünnen Kalkschichten zu bringen, sehr tief ausgebaggert werden (auf 5,0 Meter bis 5,3 Meter unter Null) und konnten erst dann die Pfähle zur verlangten Tiefe (10,5 Meter) geschlagen werden. Durch dieses Baggern und das nöthig gewordene Ausziehen einer grossen Zahl von Pfählen, verzögerte sich der Beginn der Betonirung bis Anfangs May; Ende May war jedoch das ganze Betonfundament von 1400 Cub.-Meter Inhalt hergestellt und bis Ende Juny der Fangdamm aus Beton auf jenem aufgesetzt. Theils wegen Undichtheit des Fangdammes, wodurch verschiedene Nacharbeiten nöthig wurden, theils wegen Hochwasser im July konnte erst Mitte August mit dem Versetzen der untersten Steinschichte begonnen werden. Es waren dabei 2 bis 3 grosse Doppelpumpen für die halbe Fläche des Fundaments nöthig (man hatte durch einen Querfangdamm die Baugrube in 2 Theile getheilt), die zusammen 2,5 bis 4 Cub.-Meter Wasser pr. Minute hoben; der Wasserdruck war 3,3 bis 3,7 Meter bei einer Fangdammstärke von im Mittel 1,0 Meter Beton. — Das Mauerwerk gieng nun

rasch voran und war zu Ende des Jahres 1861 auf 10,50 Meter über Null aufgeführt.

Die übrigen Pfeiler sowie das linksseitige Widerlager machten weniger Schwierigkeiten und gieng sowohl das Schlagen der Spundwände als das Betoniren und Versetzen der unteren Fundamentschichten rasch vor sich. Bei dem Schlagen der Spundwände etc. waren durchschnittlich 3 Dampframmen im Betrieb, zum Auspumpen der Baugruben 2 bis 4 grosse Doppelpumpen.

Pfeiler Nr. II. wurde Mitte Juny zu betoniren begonnen und am 18. September die erste Fundamentschichte versetzt. Bis Ende 1861 war auf + 5,50 Meter aufgemauert.

Pfeiler Nr. III. wurde im July betonirt und Ende October die Fundamentschichte versetzt. Das Mauerwerk war bis Ende 1861 auf einer Höhe von 7,50 Meter über Null.

Die Betonschichte des Pfeilers Nr. 1 wurde im August eingebracht und am 15. October das Versetzen der Steine begonnen; am Ende des Jahres 1861 war auf + 6,50 Meter aufgemauert.

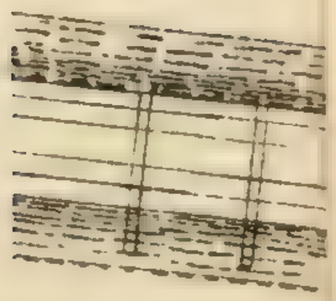
Am linksseitigen Widerlager wurde Ende May mit der Betonirung und Anfang July mit dem Mauerwerk (von 0 Pegel) angefangen. Ende November war dasselbe bis + 7,50 Meter hergestellt.

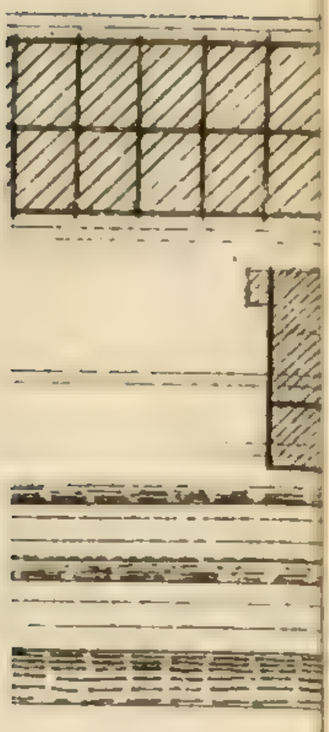
Das Betonfundament eines der Pfeiler I. II. und III. hält 863 Cub.-Meter, das des linksseitigen Widerlagers 1583 Cub.-Meter.

Im Jahre 1862 wurde mit Anfang März die Mauerarbeit wieder aufgenommen und Pfeiler IV. bis Anfang April über Gesimshöhe aufgeführt und bis Anfang May auf Planiehöhe, nachdem die Lage der obersten Schichte durch directes Messen vom Pfeiler II. aus ermittelt worden.

Die nächsten 2 Strompfeiler wurden zugleich mit Nr. IV. fertig, der Pfeiler Nr. I. im Juny und und das linksseitige Widerlager auf Planiehöhe bis Anfang August.

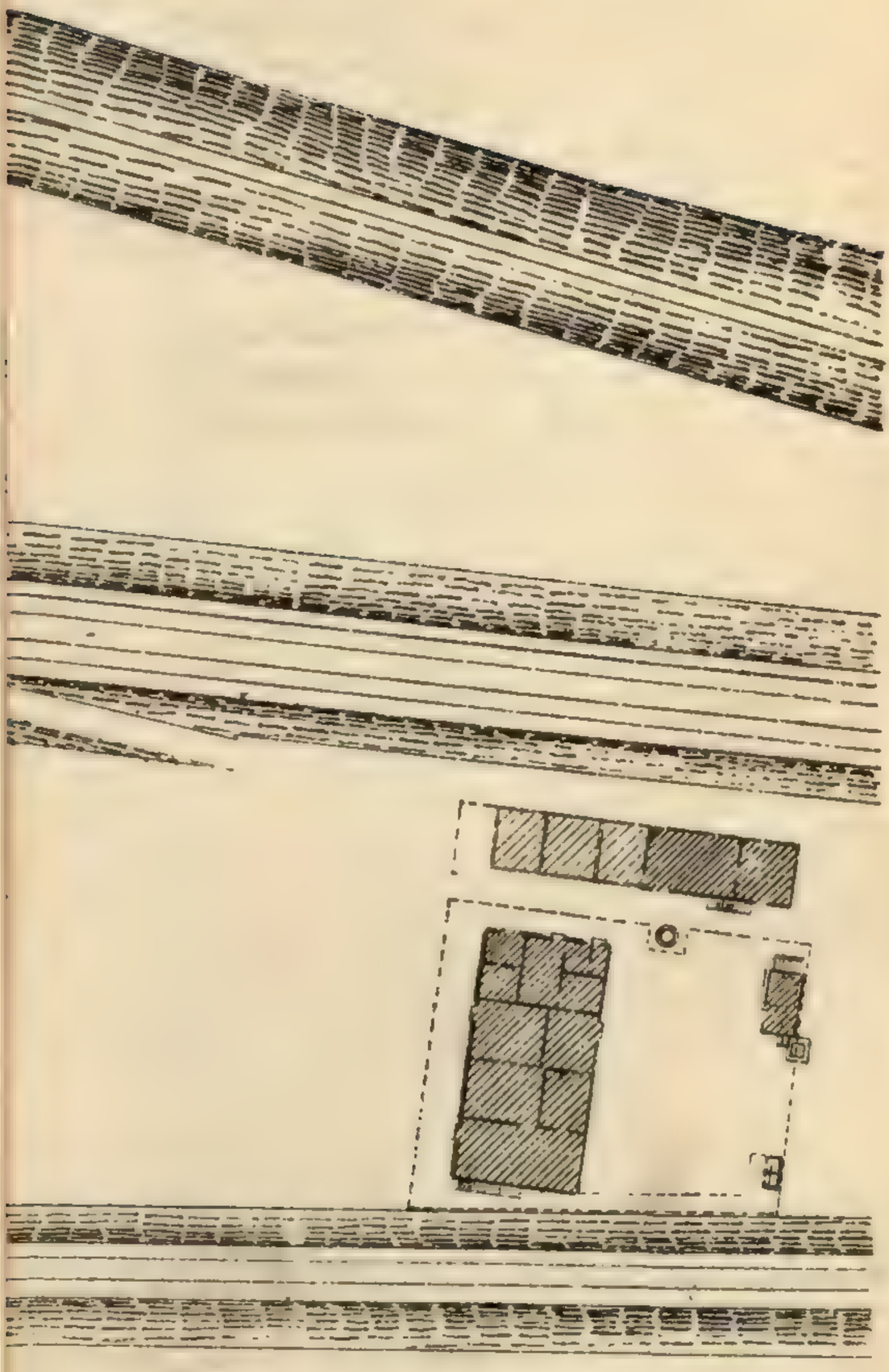
TUATİON





1
000

Taf. VII.



Der Mauercubus eines der Strompfeiler Nr. I — III beträgt 1409 Cub. Meter, der des Pfeilers Nr. IV: 2861 bis Planiehöhe und der des linksseitigen Widerlagers 7444 Cub Meter. Die Fluthpfeiler haben einen Inhalt von 106 bis 664 Cub. Meter Mauerwerk und zusammen mit dem rechtsseitigen Widerlager 2122 Cub. Meter Beton und 3383 Cub. Meter Mauerwerk —

20. Eiserner Oberbau. Die Bearbeitung der Eisentheile für den Oberbau der Brücke geschah zum grössten Theil in besonders zu dem Zwecke von dem Etablissement Klett & C. nahe der Station Gustavsburg neben der Bahn nach Darmstadt angelegten Werkstätten. Eine Bahn führt zum Transport der Eisentheile etc. von der Station in dieselben und wurden die fertigen Brückentheile theils auf dieser Bahn, theils auf der die Nordseite der Werkstätten begränzenden Bahn zur Brücke für die Aufstellung weiter transportirt.

Die Brückenbauanstalt besteht aus einem grossen Werkstättengebäude für Bearbeitung der Theile mittelst Frais- Stanz- und Bohrmaschinen, sowie damit zusammenhängenden Schmiedessen und Flammofen; aus einem Gebäude für das Beizen der Eisen und Sieden in Oel, sowie zum Recken derselben, ferner aus zwei Montirschupfen, wovon die eine für die Hauptöffnungen 120 Meter Länge, 125 Meter Breite und an den Enden 8 Meter Höhe bis an das Dach hat, während die andere 45 Meter Länge, 12,5 Meter Breite und im höheren Theil 7,0 Meter Höhe besitzt. Ausserdem sind eine grössere Zahl von transportabeln Dächern (theilweise durch mit Kalkseife getränkte und Theer überzogene Leinwand gedeckt), als Arbeitsplätze zum Richten, sowie zum Magaziniren, eine Modellschreinerei, und mehrere Magazine vorhanden. Am Eingange in

die Werkstätten von der Strasse aus befindet sich das Büreau mit Beamten Wohnung und jenseits der Strasse eine Restauration und Arbeiterwohnung, die wegen der zu grossen Entfernung der nächsten Ortschaften vom Etablissement gebaut wurde. Hinter der Arbeiterwohnung befand sich der Platz zum Abbinden der Holzgerüste. —

Der Gang der Arbeiten ist im Allgemeinen folgender. Nach dem Richten der Eisen auf Platten und Pressen wird jedes Flacheisen, das in der Construction auf Zug in Angriff kommt, mittelst einer besonderen Maschine bis zu einer Belastung von 1200 Kilogr. per □ cent. [7,62 Tons per □ inch] gereckt unter Prellung durch Hammerschläge. Es werden dadurch die Eisen elastischer und verdeckte Schweisfehler sichtbar. Diese Flacheisen, sowie alle anderen Eisen, nach deren Bearbeitung in warmen Zustande, werden sodann zum Schutze gegen die Einflüsse der Atmosphärilien durch Beizen und Scheuern von dem daran haftenden Hammerschlag und Rost möglichst gereinigt, abgewaschen (in Kalkwasser) und noch nass in siedendes Oel gebracht. Durch die grosse Hitze des Oels (zwischen 200 und 300° C) wird jede Spur von Feuchtigkeit entfernt und bildet sich auf dem reinen Eisen eine sehr fest haftende Firnissschichte. Auf diese kommt der gewöhnliche Grundanstrich aus Eisenmennig, meistens erst nach der weiteren Bearbeitung.

Das Ablängen der Flach- und Winkeleisen sowie das Bearbeiten der Bleche geschieht mittelst Frais- und Stanzmaschinen, sowie mit Scheeren verschiedener Construction und werden sodann die für die einzelnen Theile der Brücke zusammengehörigen Eisen in Vorrichtungen mit fixen Anschlägen, auf die durch Schrauben und Keile die Eisen gepresst werden können, eingepasst und entweder von Hand oder mittelst Maschinen sämmt-

liche auf einander liegende Eisen gebohrt. Es wird dadurch die möglichste Gleichheit der einzelnen Constructionstheile, sowie ein vollkommnes Anschliessen der Verbindungsbolzen an die Lochränder durch die ganze Tiefe des Loches erreicht. —

Auf diese Art wurden die Spann- und Druckbögen der Haupt-Oeffnungen in der grossen Montir-Schupfe mit allen anhängenden Theilen montirt und alle Stösse des Druckbogens mittelst Kurbeln und Rätschen gebohrt, dazwischen die durchlaufenden Eisen mit gedrehten Bolzen geheftet und hierauf die einzelnen Stücke (zwischen den Knotenpunkten) unter Bohrmaschinen fertig gebohrt. Aehnlich geschah das Lochen der Pfosten. — Die Spannbögen wurden aus zwei nebeneinander liegenden Flacheisen in 9 Lagen übereinander gebildet, deren Stösse so versetzt sind, dass beim Zug immer 7 Lagen der Flacheisen und die einem Stoss entsprechenden Bolzen oder für je eine Lage weniger zwei mal so viel Bolzen in Angriff kommen müssen. Wegen der kurz aufeinander (in 0,900 Meter) folgenden Stösse war es nöthig die Spannbögen vollständig auf dem Montirgerüst fertig zu bohren und geschah diess mittelst transportabler selbstthätiger Bohrmaschinen, die durch ein kleines Tangentialrädchen (von 10 Ct. Durchmesser) getrieben wurden, auf welches Wasser von 7 bis 8 Atmosphären Druck strömte. Es wurde hierdurch ein rasches Bohren und vollständig gerades Loch erzielt. —

Bei den kleinen Oeffnungen montirte man die Brücke vollständig fertig in den Werkstätten und zerlegte sie in transportable Theile.

21. Der Bau der Werkstätten wurde (nachdem der Platz planirt war) Mitte May 1860 zugleich mit den Eisenlieferungen angefangen, und Anfang Oktober eine Parthie Blechbrücken, sowie

eine Pauli'sche Brücke von 35,0 Meter Stützweite (mit einem Gesammtgewicht von 147 Tonnen) abgeliefert, während die Bearbeitung der Theile für die Rheinbrücke immer vorwärts gieng. Ende September wurde der Maschinenbetrieb in Gang gesetzt und Ende October das Bohren der Spann- und Druckbögen der Hauptöffnungen begonnen und zugleich die erste Oeffnung der grösseren Fluthöffnungen montirt. Anfang Dezember wurde der 2. grosse Druckbogen in die Zulagevorrichtung gebracht, Ende Januar 1861 der 3. und waren bis Anfang August sämmtliche übrige vollständig montirt. Die Spannbögen wurden bis Ende October 1861 fertig gebohrt und zerlegt, da von Mitte dieses Jahres die Arbeiten weniger rasch betrieben werden mussten, um nicht zu früh vor dem Mauerwerk fertig zu werden und daher die eingeschulten Arbeiter möglichst behalten zu können. Zugleich stellte man die übrigen Theile der Construction her und vollendete als Schlussarbeit die Montirung der Auflagersäulen vom 15. Juli bis Ende Januar und die der Querverspannungen vom 8. Juli bis 11. Januar 1862 für sämmtliche 4 Oeffnungen. —

Die grösseren Fluthöffnungen (35,0 Meter Stützweite) wurden, wie bemerkt, Ende October 1860 zu montiren begonnen; Ende März 1861 war die 3. fertig und konnte man bei gutem Wasserstande die Rüstung zum Aufstellen in der 10. Oeffnung der Brücke (von Mainz aus gerechnet) anfangen. Am 25. April wurden die Träger in dieser Oeffnung von der Rüstung frei gemacht.

Bis 3. Mai war die Rüstung in der 9. Oeffnung fertig und konnten am 12. die Träger in derselben freigesetzt werden. Am 1. Juni geschah dasselbe in der 8. Oeffnung und wurden dazwischen die 25. Oeffnung (26,0 Meter Stütz-

weite) bis 18. Mai montirt. Die 24. folgte sofort und war am 9. Juni frei. —

Während dieser Zeit wurden die kleinen Fluthöffnungen in den Werkstätten hergestellt; die erste war am 27. Februar fertig, die 4. am 21. März und ging das Montiren auf 2 und 3 Zulagegerüsten so rasch vor sich, dass alle 4 Tage eine Oeffnung abgetragen werden konnte. Diese kleinen Brücken (mit 15,80 Meter Stützweite) wurden nur soweit zerlegt, dass die beiden Tragrippen von der Fahrbahntafel getrennt waren; für das Aufstellen hob man mittelst leichter Krahnengerüste die zwei zusammengehörigen Träger auf einen Eisenbahnwagen, transportirte diesen in die Nähe der Brücke durch den Bahnhof (weil der Brückendamm noch nicht fertig war), sodann auf einer Schiebebühne unter die 31. Oeffnung. Nachdem die Träger der 31. Oeffnung direct auf ihre Stühle gesetzt und die Fahrbahntheile eingebracht waren, hob man die weiteren Träger von einem über diesen gebauten Gerüste aus auf zwei kleine Wägen mit Böcken. In der nächsten Oeffnung wurden durch einen einfachen Bock, der auf Pfählen stand, Langschwellen mit Schienen getragen, auf diesen die kleinen Wagen mit den zwei Trägern in die Oeffnung geschoben, hierauf diese Träger seitlich gerückt und mittelst Schrauben zu gleicher Zeit auf die Stühle niedergelassen; die Querträger etc. konnten dann leicht eingesetzt werden. So wurde von einer Oeffnung zur anderen vorgeschritten, und nachdem am 8. Juni der erste Träger in die 31. Oeffnung gesetzt war, am 19. die 30., am 26. die 29. und am 29. die 32. Oeffnung montirt. Am 3. Juli wurden die Tragrippen der 28. Oeffnung an den Platz gebracht, am 8. bereits die der 26., sodann provisorisch Schienen über die zwei weiteren Oeffnungen 25. und 24. gelegt und

konnten am 20. Juli die Tragrippen der 23. Oeffnung gesenkt werden. Die Arbeiten gingen nun so rasch vor sich, dass bis 7. September die 11. Oeffnung montirt war, also in 7 Wochen 13 Oeffnungen aufgestellt wurden. —

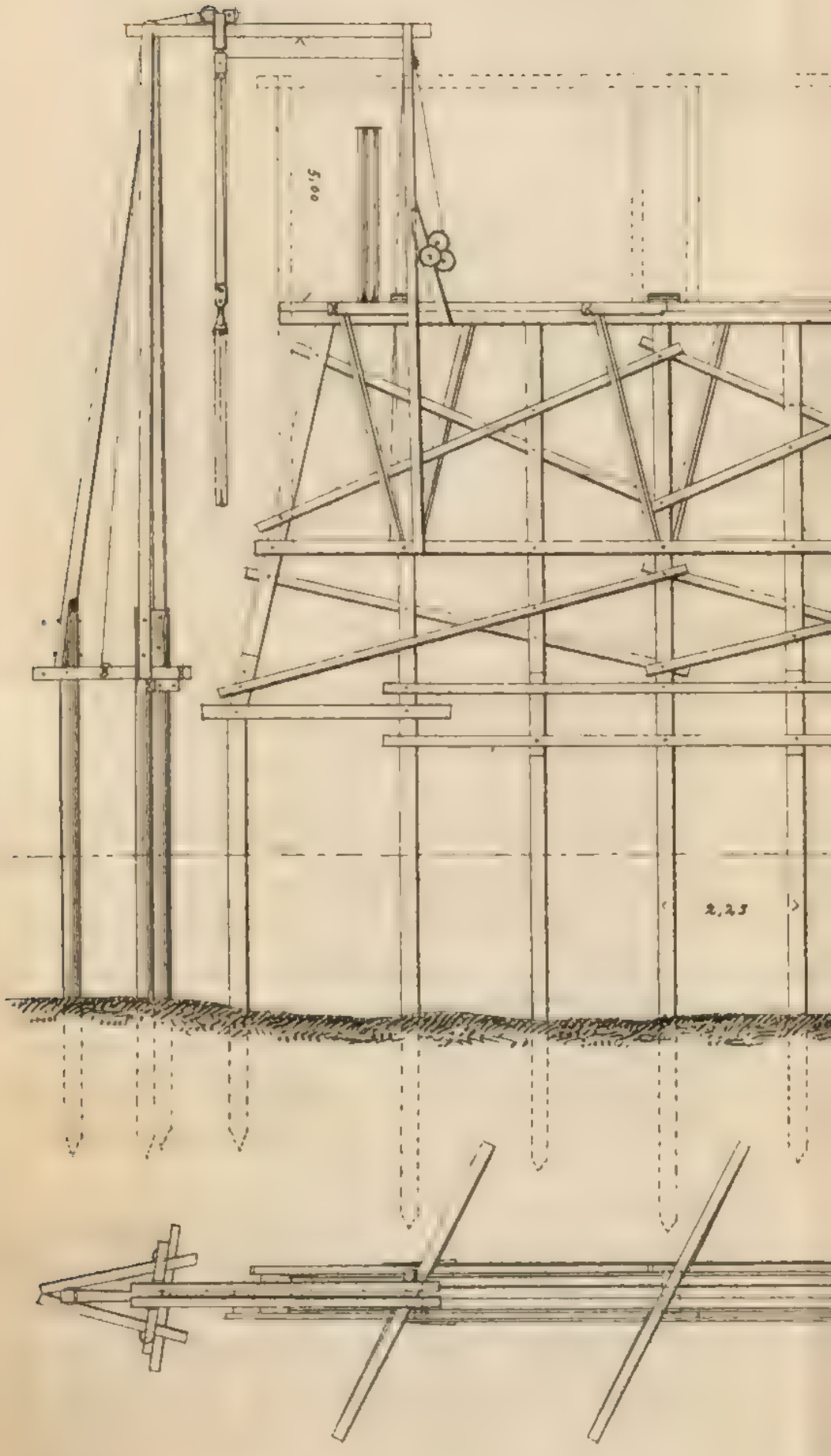
Die Aufstellung der weiteren grossen Fluthöffnungen ging während dieser Zeit vor sich und wurde am 22. Juni die 7. und am 20. Juli die 6. Oeffnung frei gesetzt. Die 5. Oeffnung konnte erst nach Vollendung des Pfeilers Nr. IV. im April 1862 aufgestellt werden.

22. Aufstellung der Hauptöffnungen. — Für Montirung der Hauptöffnungen wurden auf Pfahljochen stehende Fachwerksträger von Eisen als Rüstung angewendet, die das eigentliche Montirgerüst von Holz trugen. Es war nur hierdurch ein rasches Vorwärtsgehen der Arbeiten möglich, da die Aufstellung und Beseitigung eines hölzernen Gerüstes mindestens die dreifache Zeit in Anspruch genommen hätte.

Durch die drei Pfahljoche war jede der Hauptöffnungen in 4 Oeffnungen von je 25 Meter Weite getheilt und mussten daher die eisernern Rüstungsträger auf diese Weite das Gewicht des Montirgerüstes mit dem entsprechenden Theile der Hauptträger tragen können. Bei den Pfeilern ruhten die Rüstungsträger auf Jochwänden, die über der Spundwand aufgestellt waren. Um eine ausreichende Breite zu bekommen, sowohl wegen der Arbeiten zur Montirung als für die seitliche Steifigkeit der Rüstung und Joche, wurden 3 Träger angeordnet, ein mittlerer und 2 äussere in 4,00 Meter Entfernung von jenem. Durch vertikale Querverspannungen sowie eine Horizontalverspannung in der untern Fläche der Träger wurden diese sehr kräftig seitlich versteift, so dass anstossende Schiffsmasten keine Bewegung hervorbrachten. Die Höhe der Träger ist 3,10 Meter. —

IOCHE in der 3.

Aufzug der Rüs



Die Hauptträger wurden bei der Aufstellung unmittelbar neben den Vertikalpfosten unter dem Spannbogen unterstützt und geschah dies durch je zwei starke Holzsäulen, die den Pfosten zwischen sich fassten und Doppelhölzer als Bettung des Spannbogens trugen. Diese Holzsäulen stehen mittelst je einer gusseisernen Stelze von 1,0 Meter Höhe auf beweglichen Querträgern, welche bei der Mittelwand der Rüstungsträger auf einem Bolzen drehbar und bei den Aussenwänden auf kräftigen Schrauben sitzen; durch diese Schrauben konnte jeder einzelne Hauptpfosten genau nach der Höhe regulirt werden. Das Montirgerüst auf dem eisernen Rüstungsträger (dessen Oberfläche 0,930 Meter unter der Unterfläche der Hauptträger liegt) hat eine Höhe (obere Langhölzer) von 8,610 Meter und besteht aus 4 durchlaufenden Langwänden in 2,85 Meter und 4,60 Entfernung vom Geleisemittel. Neben jedem Pfosten der Tragrippen steht ein Querbund des Montirgerüstes und erhalten diese Pfosten durch Keile am oberen Langholz, und an der mittleren Längenverbindung, sowie durch Streben von dem unteren äusseren Langholz an die Bettungssäulen eine Führung gegen Seitenbewegungen. Auf der äusseren Langwand des Gerüstes laufen zwei 9,20 Meter weite Aufzugwägen von 8,0 Meter lichter Höhe, deren jeder zwei kleine Wägen mit dreifachen Flaschenzug trägt, durch welche mittelst eines Getriebes die Constructionstheile (bis zu 2,5 Tonnen) gehoben und seitlich bewegt werden können.

Das Einrammen der Pfähle für die Joche begann in 4. Oeffnung am 19. März (1862), am 2. April in 3. Oeffnung. Es wurden sodann vom 6. bis 10. die Jochaufsätze in 4. Oeffnung und bis 24. die in der 3. aufgestellt. Das Aufrichten der Jochwand an Pfeiler IV. konnte erst

am 8. Mai geschehen, nachdem der grösste Theil der oberen grossen Steine mit dem Krahnenwagen, der auf der Spundwand seine Laufschienen hatte, versetzt war. Während dieser Zeit stellte man auf die drei Sicherheitspfähle, welche vor jedem Joch geschlagen und mit Zangen unabhängig von diesem verbunden waren, einen 12 Meter hohen Bock aus drei Säulen, welcher, mit einer Doppelsäule vom Joch aus, eine Laufbahn für einen kleinen starken Wagen zu tragen hatte. Am 3. Mai wurde zwischen 1. und 2. Joch der 5. Oeffnung der erste Rüstungsträger von 25 Meter Länge (in einem Stück) frei aufgezogen. Diese Träger waren Ende Oktober 1861 in der Nähe des Ufers zu montiren begonnen worden und wurden nun, nachdem die obere Gurtung durch aufgesetzte Flacheisen versteift war, aufrecht zwischen zwei Böcken und mittelst Drehscheiben auf zwei kräftigen Fahrzeugen stehend zu Wasser unter die genannten Aufzugböcke transportirt. —

Die ersten 3 zusammengehörigen Träger wurden bis 8. Mai aufgezogen, ferner am 10. der erste für das Feld zwischen Pfeiler IV. und dem ersten Joch. Am 28. waren sämmtliche Träger für 4. Oeffnung transportirt. Die drei neben einander auf dem Vorkopf der Joche stehenden Rüstungsträger wurden nun auseinander gerückt (mittelst Laufbahnen, auf welchen Wägen mit Hebschrauben sich bewegten) und die Querverspannungen und beweglichen Querträger eingesetzt. Zur Regulirung der Höhe ruhten die Träger mittelst Keilen auf gusseisernen Stühlen. —

Am 5. Juni war das Montiren der Rüstungsträger in 4. Oeffnung beendigt. In 3. Oeffnung begann das Aufziehen derselben am 1. Juni und am 10. das Montiren; am 11. wurden die letzten Träger aufgezogen und am 23. die Verspannungen vollendet.

Zum Aufstellen der Auflagersäulen auf die Pfeiler war am 5. Mai ein Gerüst auf Pfeiler IV, am 8 auf III nnd am 22. auf Pfeiler II aufgerichtet worden und wurde sofort das Montiren der Fundamentplatten und Auflagersäulen begonnen.

Zugleich fing man (am 22. Mai) mit dem Transport des Gerüstholzes an, welcher anfänglich (bis 2. Juni) zu Wasser geschah, später nach Herstellung eines Geleises auf dem fertigen Theil der Brücke per Bahn bis in die 4. Oeffnung. Am 25. Mai wurde der 1. Querbund aufgestellt und bis 18. Juni das Montirgerüst in obiger Oeffnung beendet. Die ersten Theile der Hauptträger transportirte man am 7. Juni auf den Platz, legte vom 26. an die Spannbögen, setzte vom 5. bis 7. Juli die Druckbögen auf, montirte sodann bis 14. die untere Druckbogenverspannung und senkte am 17. die beweglichen Querträger der Rüstung allmählich fortschreitend, bis die Hauptträger frei lagen. Die Längenveränderung, der das Eisen durch den Temperaturwechsel unterworfen ist, erforderte während des Montirens beständige Aufmerksamkeit, sowohl beim Richten der Theile, als beim Verbinden derselben. Es musste hier die eine Verspannung der Druckbogenhälften vollständig montirt sein, ehe die Enden des Spann- und Druckbogens mit einander verbunden wurden, da eine Temperaturerhöhung des Druckbogens ein Heben der Träger, und bei ungenügender Versteifung ein Seitwärtsbiegen veranlasst hätte. — Es wurden hierauf die weiteren Verspannungen sowie die Theile der Fahrbahntafel montirt, und zugleich mit der Aufstellung der 3. Oeffnung vorangegangen. —

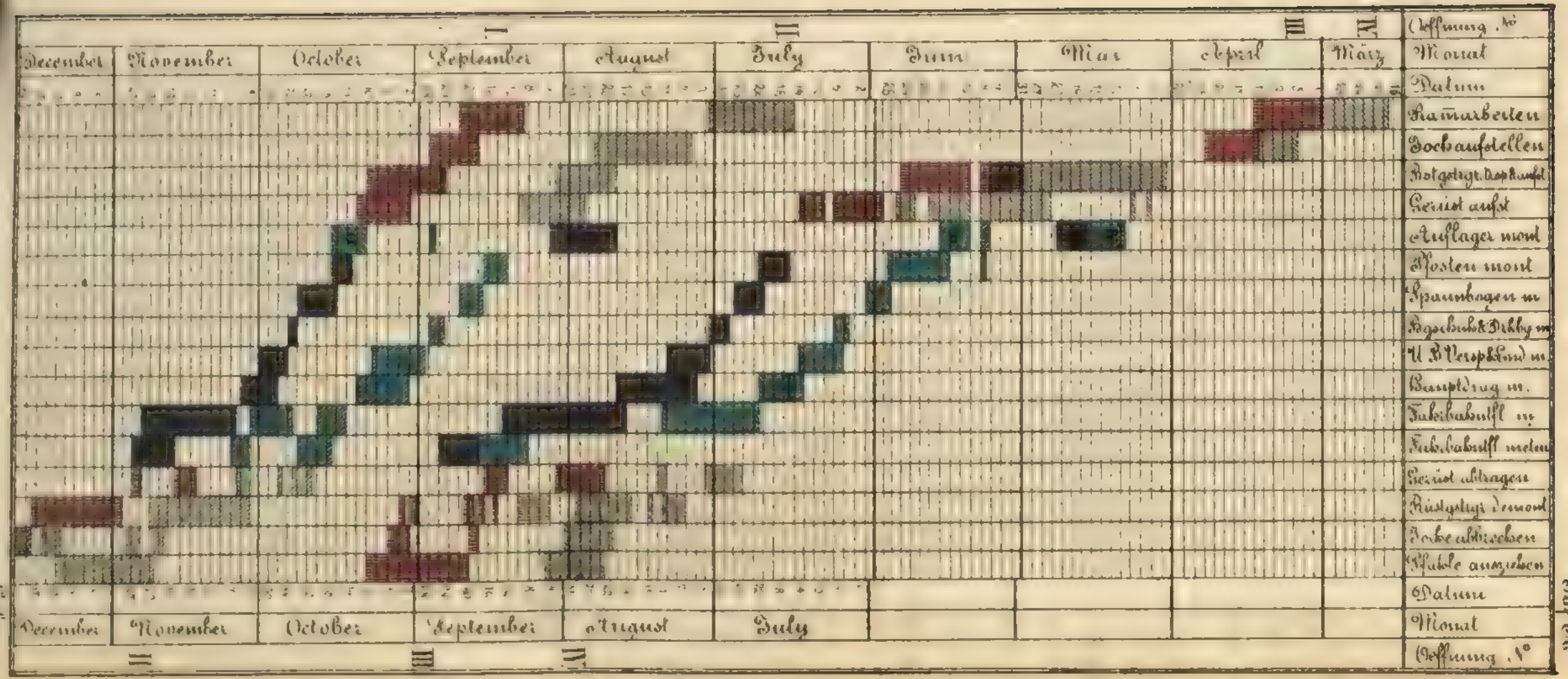
In dieser Oeffnung war das Aufstellen des Montirgerüstes am 29. Juni angefangen und am 8. Juli beendigt, hierauf die Bettungshölzer aufgerichtet und am 17. Juli das Pfostenmontiren

begonnen worden. Am 11. August konnten die Bogenenden verbunden werden und am 15. wurde der Träger freigelegt.

Die Rammarbeiten in der 2. Oeffnung nahmen ihren Anfang am 16. Juli und waren daselbst (wie auch in der 1.) die Joche gegen die der 3. und 4. Oeffnung wegen der grösseren Wassertiefe verbreitert. Die eisernen Rüstungsträger der 4. Oeffnung wurden zum Transport auf Schiffe gesenkt, in die 2. Oeffnung transportirt, hier aufgezogen und wie früher montirt; dies geschah vom 18. August bis 2. September und stellte man zugleich das hölzerne Montirgerüst bis 9. September vollständig auf. Das Pfostenmontiren begann am 12. September; am 8. October konnten die Enden verbolzt und am 11. die Träger frei gelegt werden.

Während dieser Zeit waren die Joche der 4. Oeffnung beseitigt worden (bis 4. September) und fing man das Rammen in der 1. Oeffnung am 9. an; erst am 16. wurde diese Oeffnung für die Schifffahrt ganz geschlossen. Zugleich musste möglichst rasch die 3. Oeffnung von den Jochen befreit werden und setzte man am 16. die ersten Rüstungsträger aus dieser Oeffnung in die 1. auf die Jochpfähle provisorisch ab, um sie nach Aufstellung der Joche zu heben. Bis 9. Oktober waren die Rüstungsträger vollendet, bis 11. das Gerüst aufgestellt; man konnte am 13. das Pfostenmontiren beginnen und am 31. Oktober die Enden verbolzen. Das Lösen des Gerüstes von den Trägern geschah am 4. November; es wurde sodann die Fahrbahntafel und Druckbogenverspannung vollständig montirt und bis 26. November fertig genietet. —

Seit 17. September war von der Bahnbauverwaltung das Aufpassen der Schwellen auf die Schienenträger, Befestigen derselben und Legen



Ueberſicht des Fortganges der Gerüſtſtellungsarbeiten an der Pfeilerbrücke bei Mainz

der definitiven Schienen, mit dem Fortschreiten der Eisenarbeiten in gleicher Linie bleibend, betrieben worden, so dass am 27. November die Schienenlage über die ganze Brücke fertig war und am nächsten Tage mit der vom Bahnhof Mainz kommenden Spur vereinigt werden konnte.

Die nebige Tabelle giebt ein übersichtliches Bild der gesammten Aufstellungsarbeiten; es sind in ihr durch Schraffirung die Zeiträume für die einzelnen Arbeiten angegeben; die für die Montirung der Brückenträger selbst sind blau überdruckt.

Die eisernen Rüstungsträger wurden vom 3. November bis 17. Dezember sämmtlich gesenkt und zu Wasser an den Aufbewahrungsplatz transportirt; das Ausziehen der Pfähle ging jedoch sehr langsam, da sie grösstentheils mit der Spitze 8,5 bis 10,5 Meter unter Null und 6 bis 7 Meter im Kies steckten. Der grössere Theil hob sich unter einem Zuge von 25 Tonnen, mehrere aber erst nach 40 bis 45 Tonnen Zug. Die Hebgeschirre bestanden aus kräftigen Schrauben mit Kugelpfannen und mit Rätschen versehenen Muttern. —

Nachdem am 4. December Probefahrten auf der Brücke stattgefunden, wurde sie vom 8. an zum Güterverkehr benützt, und am 20. dem allgemeinen Verkehr übergeben. —

IV. Probebelastungen.

23. Durch Vertrag war bestimmt, dass die Eisenconstruction der Brücke mit einer ruhigen Last geprobt werden solle, die etwa das 1½fache der grössten Verkehrslast betrage. Diese Probelasten waren per Oeffnung

a) für die Hauptöffnungen . . . 450 Tonnen,
b) für die 35,0 M. weiten Fluthöffnungen . . . . . 190 Tonnen,
c) für die 26,0 M weiten Oeffnungen 150 Tonnen,
d) für die 15,8 M. weiten Oeffnungen 100 Tonnen,

und sollten diese gleichförmig vertheilt aufgebracht keine grössere bleibende Einsenkung als $^1/_{4000}$ der Weite hervorbringen.

Ferner sollte die fertige Brücke mit einem Zuge aus einer beliebigen Anzahl der schwersten Maschinen mit ihren Tendern, wovon drei mit Wasser und Kohlen gefüllt sind, mit der grössten auf der Bahn vorkommenden Geschwindigkeit befahren werden und soll hiebei die Construction mindestens dieselbe Steifigkeit gegen Seitenschwankungen darbieten, wie die erprobtesten Constructionen bereits ausgeführter Gitterbrücken.

Nachdem gegen Mitte Oktober die Aufstellungsarbeiten soweit vorgeschritten waren, dass ohne Aufenthalt mit den Prüfungen vorgegangen werden konnte, setzte eine Commission die Art derselben fest und begann am 27. mit den Proben selbst. Diese Commission bestand aus den Herren:

Von Seite der grossherzoglichen Regierung: Geheimerath Kohlermann.

Von Seite der hessischen Ludwigsbahn: Baurath Kramer und Sectionsingenieur Weiss.

Von Seite des Etablissements Klett & Co.: Ingenieur Gerber.

24. Um oben bezeichnete ruhige Lasten aufzubringen wurden soviel schwerste mit Kohlen oder Schienen beladene Güterwägen zusammengestellt, als auf der betreffenden Oeffnung Platz hatten und der Rest des Gewichts durch neben und in einander auf das Beleg der Brücke geschichtete Schienen hergestellt. Die verwendeten Wägen hatten bei 7,60 Meter Länge, 3,50 Meter

Radstand, 6,70 Tonnen Thara und 10,0 Tonnen Ladung; bei 6,80 Meter Länge 3,20 Meter Radstand, 5,80 Meter Thara und 10,0 Tonnen Ladung. Die Schienen wogen per laufenden Meter 33,75 Kilogramm. Die zur Zeit der Probe bereits auf der Eisenconstruction befindliche Belastung aus Schwellenbeleg und Schienen betrug bei den Fluthöffnungen 345 Kgr., bei den Hauptöffnungen 387 Kgr. per laufenden Meter der Brücke.

Berechnet man nun aus den oben angegebenen Totallasten die Belastung per Meter, zieht hievon das Gewicht der Fahrbahn und das der Wägen (auf gleichförmige Belastung so reducirt, dass die Momente in der Mitte gleich werden) ab, so erhält man die in nachfolgender Tabelle verzeichnete Zahl der nöthigen Schienen

Stützweite Meter.	Belastung Kgr. per Meter.	Wägen Kgr. per Meter.	Rest Kgr. per Meter.	Zahl d. Schienen.
15,80	5985	2256	3739	111
26,00	5425	2027	3398	100
35,00	5085	2040	3045	90
105,20	3917	2230	1687	50

Zum Messen der Einbiegungen war in jeder der zu prüfenden Fluthöffnungen ein leichtes Gerüst fest in den Boden gestellt und wurde an diesem die Höhe der Druckbogenoberfläche angetragen, theilweise auch mittelst Schreibapparate die Bewegung durch die Brücke direct auf Messingplättchen aufgezeichnet. Zur Controlle wurden noch die Einbiegungen durch Nivellement bestimmt. Von den Hauptöffnungen wurden 2 (die 4. und 2.) belastet und in der 4. (wo wegen der Schifffahrt kein Gerüst angebracht werden konnte) die Biegung durch Nivellement gemessen, in der 2. aber, wo das Mittel-Joch der Rüstung

benützt werden konnte, die Bewegungen mittelst der erwähnten Schreibapparate aufgezeichnet.

25. Belastung der kleinen Oeffnungen mit Schienen und Wägen. In der 30. Oeffnung wurde am 27. October Nachmittags mit Auflegen der Schienen begonnen und waren diese am 29. Mittags sämmtlich aufgebracht. Nachdem die Wägen aufgeschoben, beobachtete man die Total-Einbiegung, und fand sie bei beiden Tragrippen, $\zeta_t = 18{,}5$ Millimeter.

Die Wägen wurden nach ½ Stunde von der Oeffnung abgefahren; die Entlastung von den Schienen geschah vom 1. bis 3. November und ergab sich als bleibende Einsenkung bei beiden Rippen $\zeta_n = 1{,}5$ Millimeter, somit die elastische Einbiegung $\zeta = 17{,}0$ Millimeter.

Die Stützweite dieser Oeffnung ist $2l = 15{,}80$ M., die geometrische Höhe in der Mitte $2h = 1{,}60$ M.

Die 24. Oeffnung wurde am 31. October mit den Wägen belastet; die Einbiegung war

bei nördlicher Rippe $\zeta_t = 26{,}0$ Millimeter.
bei südlicher Rippe $\zeta_t = 26{,}0$ „

Die Wägen standen 2 Stunden auf der Oeffnung und zeigte sich während dieser Zeit keine weitere Senkung.

Am 27. November fand sich nach vollständigem Entlasten die permanente Einsenkung:

nördlicher Rippe $\zeta_n = 2{,}5$ Millimeter
südlicher Rippe $\zeta_n = 2{,}5$ „

also die elastische Einbiegung im Mittel $\zeta = 23{,}8$ Millimeter. Für diese Oeffnung ist $2l = 26{,}0$ M., $2h = 3{,}00$ Meter.

Die 23. Oeffnung ergab am 31. October unter der totalen Last von 5985 Kilogramm per Meter eine Einbiegung für beide Rippen von

$$\zeta_t = 13{,}0 \text{ Millimeter.}$$

Die permanente Einsenkung wurde am 27. November beobachtet bei

nördlicher Rippe 1,0 Mill.
südlicher Rippe 1,2 Mill.,

die elastische Einbiegung war daher im Mittel $\zeta = 11{,}9$ Mill. Hiebei ist $2l = 15{,}80$ Meter, $2h = 2{,}30$ Meter. Genau dasselbe Resultat zeigte die ebenso construirte 11. Oeffnung.

Die Belastung der 10. Oeffnung begann am 1. November, am 7. wurden die Wägen aufgefahren und die Einbiegungen gefunden

an der nördlichen Rippe ohne Wägen 16,5 Mill.
mit Wägen 29,5 Mill.

Die Wägen blieben 1 Stunde auf der Brücke.

Am 13. November waren sämmtliche Schienen entfernt und zeigte sich die bleibende Einbiegung bei

nördlicher Rippe $\zeta_{,,} = 2{,}5$ Mill.
südlicher Rippe $\zeta_{,,} = 3{,}0$ „,

daher die elastische Einbiegung unter der Belastung von 5085 Kilogr. per Meter:

$$\zeta = 25{,}5 \text{ Mill.}$$

Es ist hiebei $2l = 35{,}0$ Meter, $2h = 5{,}00$ Meter.

Bei diesen sämmtlichen Beobachtungen war der Himmel ganz oder grösstentheils bedeckt.

26. Belastung der Hauptöffnungen. Das Auflegen der Schienen in der 4. Oeffnung wurde am 7. November Abends begonnen; bis 13. Mittag waren die nöthigen 900 Stück aufgebracht; die Einbiegung betrug in der Mitte 26 Mill. Nachmittag wurden 15 Wägen von 15,6 und 16,5 Tonnen Gewicht in die Oeffnung gefahren und ergab sich eine Einbiegung in der Mitte:

$$\zeta, = 65 \text{ Mill.}$$

Der Himmel war sowohl bei der Beobachtung vor der Belastung als nach derselben bedeckt. —

Am 14. November Mittags, nachdem die volle Last 21 Stunden auf der Oeffnung geruht, fand

sich dieselbe Einbiegung wie am Tage vorher und wurden daher die Wägen abgefahren.

Am 27. Mittag fing man mit dem Wegschaffen der Schienen an und beobachtete am 29. Mittag bei bedecktem Himmel die bleibenden Einbiegungen; in der Mitte fand sich:

$$\zeta_{,,} = 7 \text{ Mill.}$$

daher die elastische Einbiegung

$$\zeta = 58 \text{ Mill.}$$

Nachstehende Tabelle giebt die beobachteten totalen, permanenten und elastischen Einbiegungen, die letzten zwei Colonnen enthalten dieselben Einbiegungen, nachdem sie mittelst graphischer Darstellung der Einbiegungen von ihren wahrscheinlichen Fehlern, die bei der permanenten Einsenkung höchstens bis 2,7 Mill., bei der elastischen höchstens bis 2 Mill. gehen und durch die grosse Entfernung der Objecte vom Beobachtungsort; erklärlich sind, corrigirt wurden. —

Pfosten No.	Entfernung v. Stützpunkt.	Beobachtete Einbiegung.			Corrigirte Einbiegung.	
		Total	Perman.	Elastische.	Permanent	Elastische
	Meter.	Mill.	Mill.	Mill.	Mill.	
O. 0	0	0	0	0	0	0
1′	8,6	23	4	19	2,7	20
2′	16,6	29	4	35	4,0	34
3′	24,6	50	8	42	5,3	44
4′	32,6	57	7	50	6,3	50
5′	40,6	61	7	54	7,	55,5
6′	48,6	65	7	58	7,	58,5
6	56,6	67	8	59	7,	58,5
5	64,6	63	7	56	7,	56,5
4	72,6	57	4	53	6,3	52,5
3	80,6	48	4	44	5,3	44,5
2	88,6	38	5	33	4,0	34
1	96,6	23	3	20	2,7	20
W.0	105,2	0	0	0	0,	0

Die 2. Oeffnung wurde vom 27. bis 29. Nov. mit den Schienen belastet; die Einbiegung durch 1687 Kilogramm per Meter betrug bei beiden Tragrippen 27,7 Millimeter. Am 29. Nachmittag fuhr man die beladenen Wägen auf die Brücke und ergab sich dadurch eine weitere Einbiegung

bei nördlicher Rippe von 35,8 Mill.
bei südlicher Rippe von 37,7 „

die Bewegung war genau vertikal abwärts.

Nach ½ Stunde wurden die Wägen abgefahren und gingen die Stifte zurück

bei nördlicher Rippe um 33,8 Mill.
bei südlicher Rippe um 34,5 „

Es betrug daher die permanente Einsenkung

an nördlicher Rippe 2,0 Mill.
an südlicher Rippe 3,2 „

Der Himmel war bei diesen Beobachtungen bedeckt.

Am 4. Dezember waren die Schienen vollständig abgetragen und zeigte sich bei heiterem Himmel 2h. pm der Stand der Stifte

bei nördlicher Rippe 1,2 Mill. höher als Anfangsstellung
bei südlicher Rippe 1,5 Mill. höher.

Die Punkte standen zugleich 6 Mill. südlich vom Anfangspunkt entfernt. Diese Erscheinung hatte ihren Grund in einer ungleichen Erwärmung der beiden Tragrippen und der Gurtungen derselben.

An südlicher Rippe zeigte der Thermometer im Druckbogen bei Punkt II. 8° C, beim Spannbogen 5°, daher 3° Temperaturdifferenz. Die theilweise im Schatten der südlichen liegende nördliche Rippe musste etwas geringere Temperaturdifferenz, daher weniger sich gehoben haben. Da jedoch die Querverbindungen zwischen den Tragrippen nur wenig Verschiebung zulassen, kann das Heben der südlichen Rippe nur da-

durch geschehen, dass der untere Theil der Brücke sich etwas seitwärts biegt. Aus der beobachteten Biegung von 6 Millimeter geht hervor, dass die südliche Rippe um $\frac{4,6}{15,0} \cdot 6,0 = 1,8$ Mill. höher stand als die nördliche (da der Druckbogen wegen der sehr starken Querverspannung sich nicht seitlich bewegen kann); dieser Höhenunterschied entspricht einer Temperaturdifferenz von $\frac{1,8}{2,6} = 0,7$. Hätten sonach beide Tragrippen gleiche Temperaturdifferenz der Gurtungen gehabt, so hätte die nördliche Rippe um $1,2+1,8=3,0$ höher stehen müssen, als im Anfang der Beobachtungen. Die der Temperaturdifferenz von 3° entsprechende Hebung ist $2,6 \,.\, 3,0 = 7,8$ Mill. daher die bleibende Einbiegung durch die Totallast von 3917 Kilogramm per Meter bei

nördlicher Rippe $\zeta_n = 7,8 - 3,0 = 4,8$ Mill.
südlicher Rippe $\zeta_n = 7,8 - 1,5 = 6,3$ „

Die elastische Einbiegung betrug sonach:

bei nördlicher Rippe $\zeta = 58,7$ Mill.
bei südlicher Rippe $\zeta = 58,9$ Mill.

für diese Oeffnungen ist $2l = 105,20$ Mill. und $2h = 15,00$. —

27. Proben mit bewegter Last. Am 4. Dezember wurde die Hauptfahrprobe vorgenommen und die Bewegungen der Construction mittelst der Schreibapparate, wie in No. 24 bemerkt, aufgezeichnet.

In 1. Oeffnung konnten bei drei Jochen die Apparate befestigt werden, in 2. nur an dem Mitteljoch. —

Die bei den Proben verwendeten Locomotiven hatten folgende Dimensionen und Gewichte:

Maschine „Rhein“, 32,50 Tonnen schwer, dreifach gekuppelt, Radstand 3,39 Meter, Tender 25,00 Tonnen schwer, 3,00 Meter Radstand, Gesammtlänge, Maschine mit Tender, 14,16 Meter.

Locomotive „Main“ wie „Rhein“. —

Locomotive „Schiller“, Personenzugmaschine 25,0 Tonnen schwer, Tender 21,75 Ton. Gesammtlänge 12,59 Meter. —

Locomotive „Mozart“ wie „Schiller“. —

Locomotive „Gustavsburg“, Güterzugsmaschine, zweifach gekuppelt, 24,25 Tonnen schwer, Tender 19,5 Tonnen schwer, Gesammtlänge 13,09 Meter.

Locomotive „Oppenheim“, wie „Gustavsburg“. —

Die Fahrten geschahen in folgender Weise:

1. Locomotive „Rhein“ in langsamer Fahrt passirte zweimal die Strombrücke (mit ca. 8 Kilometer per Stunde Geschwindigkeit).

2. Dieselbe wurde mit der Locomotive „Mozart“ gekuppelt und fuhren beide mit 13000 Meter Geschwindigkeit über die Brücke zurück;

3. Die Locomotiven „Mozart, Rhein, Main und Schiller“ fuhren mit Güterzugsgeschwindigkeit von ca. 21 Kilometer von Gustavsburg gegen Mainz über die Brücke;

4. Dieselben passirten zweimal langsam die Stromöffnungen;

5. Die Locomotiven „Schiller, Main, Rhein, Mozart, Gustavsburg, Oppenheim“ fuhrer mit grösster erreichbarer Geschwindigkeit von 44 Kilometer über die Brücke von Mainz gegen Gustavsburg.

6. Dieselben Maschinen passirten die Brücke in langsamer Fahrt bei circa 7 Kilometer Geschwindigkeit.

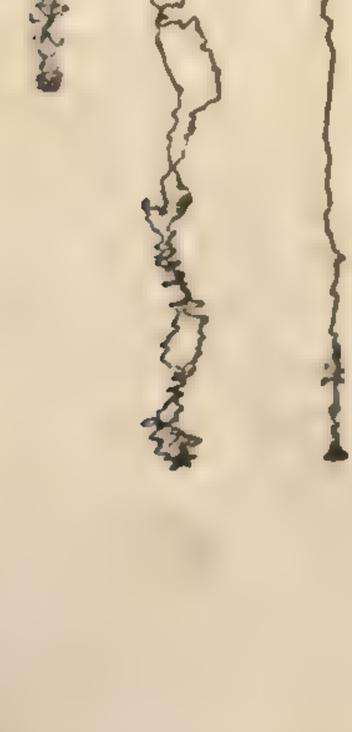
Die Einbiegungen (ζ) und grössten Seitenbewegungen aus der Vertikalen durch den Anfangspunkt (η) bei diesen Fahrten sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Fahrt No.	Last Tonn.	Geschw. Kilom.	1. Oeffnung.				2. Oeffn.	
			Mitte		¼ der Weite		Mitte	
			ζ	η	ξ	η	ζ	η
1.	57,50	8	—	—	—	—	14,8	0,7
2.	104,25	13	—	—	—	—	23,5	1,1
3.	208,50	24	41,0	1,8	31,0	1,3	42,0	2,7
4.	208,50	7	—	—	—	—	40,5	0,5
5.	296,00	44	48,5	3,0	37,0	2,5	50,5	2,5
6.	296,00	7	—	—	—	—	49,0	0,5

Die Werthe von ζ und η sind hiebei in Millimeter angegeben. —

Die 1. Oeffnung war vor dieser Probe unbelastet geblieben, um eine allenfallsige bleibende Einsenkung beobachten zu können; nach der Fahrt der 6 Locomotiven mit ihren Tendern kam der Schreibstift so nahe an seinen Ausgangspunkt zurück, dass eine bleibende Einsenkung nicht deutlich messbar; jedenfalls war sie unter 0,5 Millimeter. —

Fig. 1. *Fig. 2.* *Fig. 3.*

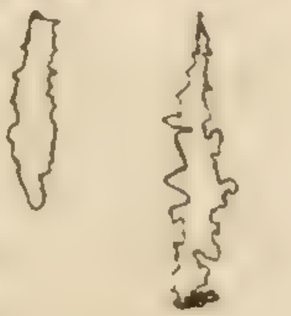


Die nebigen Figuren stellen die durch die Stifte beschriebenen Linien in der 2. Oeffnung dar und zwar Fig. 1. Fahrt No. 2 mit 2 Locomotiven, Fig. 2. Fahrt No. 5 mit 6 Locomotiven und 44 Kilometer und Fig. 3. Fahrt No. 6 mit denselben Locomotiven und 7 Kilom. —

In 10. Oeffnung, 35,0 M. weit und rechts schief, war durch eine 57,5 Tonnen schwere Gütermaschine bei langsamer Fahrt die Ein-

biegung $\zeta = 13{,}0$ Millimeter. Die Bewegungslinie des Schreibstiftes (resp. der Druckbogenmitten) war eine schleifenförmige Linie Fig. 4, weil bei der bedeutenden Schiefe der Brücke (auf 3,700 Breite, 1,840 Längenverschiebung nach Rechts) jedesmal beim Einfahren die linkseitige Rippe zuerst belastet und mehr gebogen wird, als die rechtsseitige. Es müssen daher die Tragrippen um die steife Fahrbahntafel sich drehen und der obere Theil derselben nach links sich bewegen. Dies währt so lange bis die beiden Tragrippen gleiche Einbiegung besitzen und wird beim Ausfahren entgegengesetzt. Die Schleife zeigt hier eine grösste Seitenabweichung von 1,2 Mill. Bei den 6 Locomotiven und 15 Kilom. Geschwindigkeit war die Bewegung wie Fig. 5, demnach $\zeta = 20$ Mill. und die Seitenoscillation bei voller Belastung $\eta = 1{,}5$ Millimeter.

Fig. 4 *Fig. 5.*



Bei allen diesen Versuchen ergab sich keine merkbare bleibende Einsenkung; der Schreibstift ging in dem Maasse wie der Zug die betreffende Oeffnung passirte zurück. Sowie der Zug die Oeffnung verlassen hatte, blieb der Stift auf dem Ausgangspunkte stehen und machte sich auch nicht die geringste Bewegung bemerkbar.

Am 6. Dezember wurden 2 Güterzüge und ein Personenzug über die Brücke geführt; der erste Güterzug mit 3 Locomotiven und 35 schweren Wagen mit circa 15 Kilometer Geschwindigkeit verursachte die Bewegungen

in 1. Oeffnung $\zeta = 40$ Mill. $\eta = 1{,}5$ Mill.
in 2. Oeffnung $\zeta = 42$ „ $\eta = 1{,}7$ „

Der zweite Güterzug hatte ebenfalls 3 Locomotiven und 42 Wagen und circa 18 Kilometer Geschwindigkeit und ergab

in 1. Oeffnung $\zeta = 34$ Mill.; $\eta = 1{,}5$ Mill.
in 2. Oeffnung $\zeta = 36$ „ $\eta = 1{,}7$ „

Es muss hiezu bemerkt werden, dass bei beiden Zügen die Geschwindigkeit in 2. Oeffnung etwas grösser als in der 1. Oeffnung war (wegen der linksseitigen Rampe). —

Am 11. Dezember wurde zur Schlussprobe geschritten, zu welcher sich ausser den Mitgliedern der Prüfungscommission eine grosse Anzahl von Technikern Deutschlands und des Auslandes eingefunden hatten. Die Fahrten waren folgende:

1. Man liess die Brücke von zwei Maschinen, einer schweren Gütermaschine „Rhein“, 57,5 Tonnen schwer und einer Personenzugmaschine (Crampton) „Carl der Grosse“, 45,0 Tonnen (mit Tender) schwer, in der Richtung nach Gustavsburg mit circa 10 bis 15 Kilometer Geschwindigkeit befahren.

2. Obige zwei Maschinen mit den Maschinen „Main“ und „Schiller“ und einem Güterzug von 28 Wagen passirten die Brücke mit Güterzuggeschwindigkeit von circa 22 Kilometer.

3. Die Locomotive „Carl der Grosse“ mit 2 Pack- und 2 Personenwagen, vollständig besetzt, fährt langsam und

4. als Schnellzug mit 45 Kilometer über die Brücke (gegen Mainz).

Die Bewegungen waren folgende:

Oeffn. No.	Weite	Fahrt No. 1.		Fahrt No. 2.		Fahrt No. 3.		Fahrt No. 4.	
		ζ	η	ζ	η	ζ	η	ζ	η
1.	105,2	21,5	0,5	40,5	1,5	16,0	1,5	16,5	1,0
2.	105,2	23,0	2,0	42,5	2,0	17,5	2,0	17,5	2,0
10.	35,0	—	—	20,0	3,5	13,0	2,0	14,0	3,5
23.	15,8	—	—	8,5	2,5	6,5	2,0	6,5	4,0
24.	26,0	—	—	17,0	2,5	12,0	1,0	12,0	3,0
30.	15,8	—	—	11,5	1,5	9,5	1,0	9,5	2,0

Es muss hiezu bemerkt werden, dass die 23. Oeffnung an dem Ende der Curve von 750 M. Radius liegt und daher der Zug bei der letzten Fahrt (gegen Mainz) aus der Geraden kommend sehr stark gegen die Construktion seitlich stösst, so dass die seitlichen Ausbiegungen fast ausschliesslich nur nach der äusseren Seite der Curve gerichtet sind.

Bei allen diesen Proben war nirgendwo mehr die geringste bleibende Einsenkung sichtbar. Während der ganzen Zeit der Proben wurden die Verbindungstheile der Construktion genau nachgesehen und untersucht; es zeigte sich nirgendwo eine Spur einer Veränderung derselben.

Nach den (in einem Protokoll niedergelegten und hier im Wesentlichen wiedergegebenen) Ergebnissen der vorgenommenen Proben wurde von dem Grossherzoglichen Regierungscommissär, sowie den beiden Ingenieuren der hessischen Ludwigsbahn die Brücke als vollkommen vertragsmässig ausgeführt und als vollkommen sicher und betriebsfähig hergestellt, anerkannt.

Die Constatirung des unveränderlichen Bestandes der Verbindungsdetails ist das wichtigste Resultat der Probebelastung, denn die Einbiegung kann nur Aufschluss geben über die mittlere Spannungsintensität in der Construktion; ob die einzelnen Theile richtig detailirt sind, zeigt nur eine geringe bleibende Einbiegung und genaue Erhaltung der ursprünglichen Gestalt der Construktionstheile bei einer starken Belastung, also unter grösserer Spannungsintensität als gewöhnlich. Um ganz sicher zu gehen, sollten bei Brücken überhaupt dergleichen starke Proben öfters wiederholt werden, damit die Verbindungen, welche zu schwach waren und im Lauf der Zeit sich lockerten (indem durch die Erschütterung allmählig die Reibung zwischen den Nietköpfen nachlässt), durch Formveränderung auffallend werden.—

V. Uebersichtstabelle für Eisenbahnbrücken nach Pauli'schem Systeme.

28. Ist die Maximalverkehrslast für eingeleisige Eisenbahnbrücken wie folgt zusammengesetzt:

3 Locomotiven mit Tender, jede Locomotive 30 Tonnen, Tender 15 Tonnen schwer, von Puffer zu Puffer 13,50 Meter (44,3 Fuss engl.) lang, sodann zweiachsige Wägen von 16 Tonnen Gewicht, 3,0 Meter Achsenweite und 6,0 Meter Gesammtlänge,

so ergeben sich für dreifache relative Tragfähigkeit bis zur Elasticitätsgrenze von 1600 Kilogr. per □cent., oder 10,16 Tonnen per square inch. die nachstehenden Gewichte der Pauli'schen Träger mit Fahrbahntafel inclus. eiserner Schienenträger und der Schwellen mit Beleg, wie in Nr. 14 beschrieben (dabei sind die Theile der Fahrbahntafel, jeder für sich mit dreifacher Tragfähigkeit berechnet). — Zugleich gibt die Tabelle die Spannungs-Intensitäten in den Hauptträgern für die angegebene Tragfähigkeit und die angenäherten Kosten per Meter der Stützweite für die Eisenpreise des Mittelrheins.

I. Constructionsdicke $^1/_6$ bis $^1/_7$ der Weite.

Stütz-weite	Licht-weite	Belastung per Meter		Spann. Intens.	Kosten per Meter.
		perm.	variab.		
Meter	Meter	Tonn.	Tonn.	Kilogr.	Thaler
10.	9,5	0,90	4,80	596	115
20.	19,2	1,14	4,03	625	163
30.	29,0	1,37	3,68	650	209
40.	38,7	1,61	3,53	674	255
50.	48,4	1,83	3,40	697	301

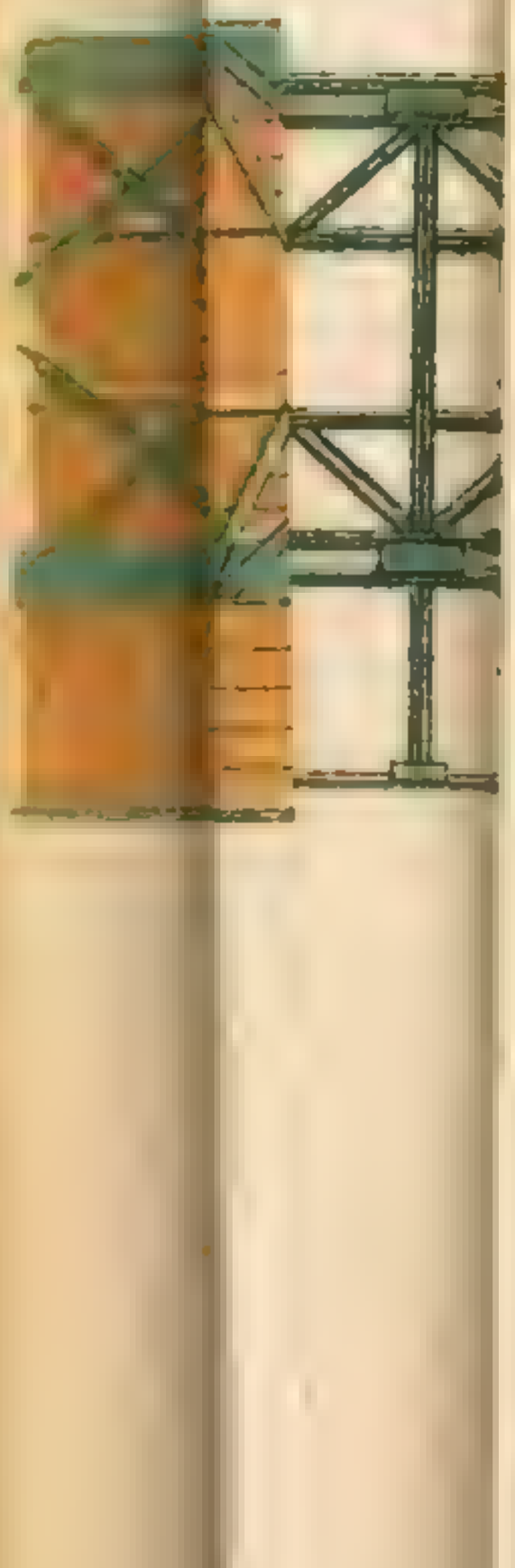
II. Construktionsdicke 1,2 bis 1,5 Meter.

Stütz-weite.	Licht-weite.	Belastung per Meter		Spann. Intens.	Kosten per Meter.
		perm.	variab.		
Meter.	Meter.	Tonn.	Tonn.	Kilog.	Thaler.
10.	9,5	0,98	4,80	608	121
20.	19,2	1,32	4,03	632	170
30.	29,0	1,47	3,68	657	222
40.	38,7	1,70	3,53	681	275
50.	48,4	1,96	3,40	705	332
60.	58,2	2,20	3,28	728	385
70.	68,0	2,46	3,18	752	443
80.	77,7	2,71	3,09	775	498
90.	87,4	2,96	3,00	798	555
100.	97,2	3,23	2,93	821	613
110.	107,0	3,52	2,88	843	677
120.	117,7	3,83	2,84	864	744
130.	127,4	4,15	2,81	884	814
140.	137,2	4,49	2,79	903	887
150.	146,0	4,86	2,77	921	967
160.	156,7	5,23	2,76	939	1046

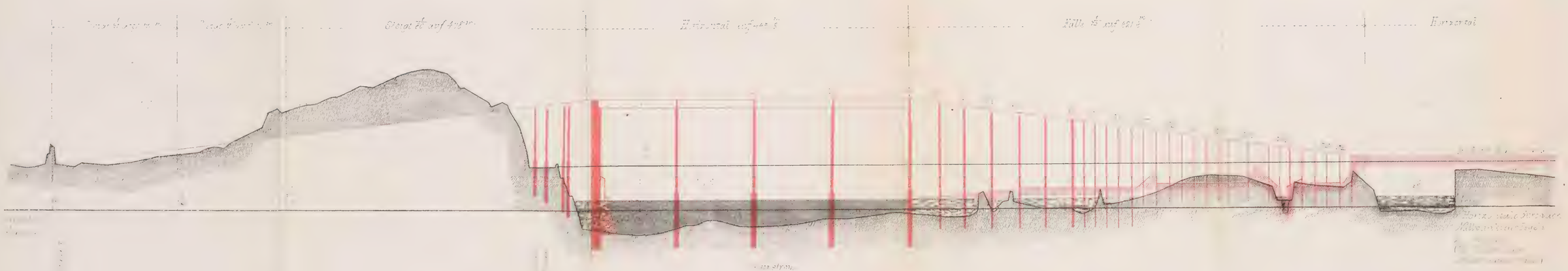
Gustavsburg bei **Mainz**, im März 1863.

s eine

ite 35,



LÄNGEN-PROFIL.



T. IX. f. 50.

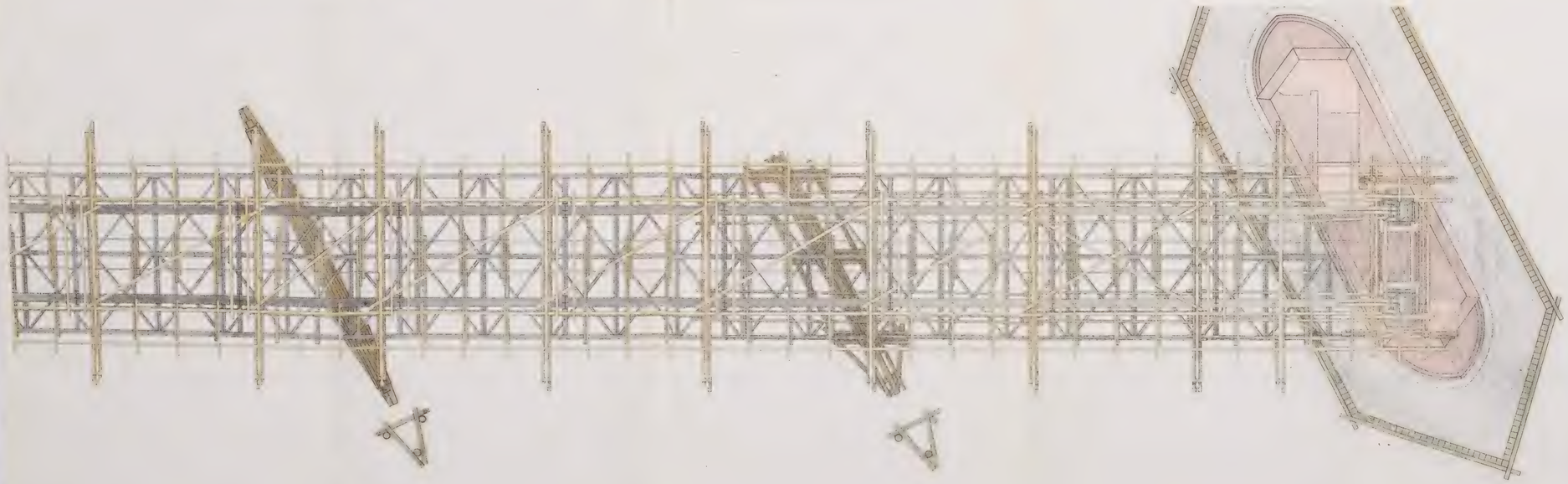
EISENBAHNBRÜCKE über den RHEIN bei MAINZ.

RÜSTUNG bei einer STÜTZWEITE von 105,20 mtr.

Joch in Oeffnung III & IV

Joch in Oeffnung I & II

gez. C. Beck



Maafs 1/200.

Druck v. C. Kautheffer, Frankfurt a/M.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Gerber, Heinr.

Die Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Mainz Notizen über die Eisenconstruction nach Pauli's System. Mit einer Totalansicht der Brücke und 10 Tafeln Detailzeichnungen

Mainz 1863

A.hydr. 593
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10060119-2